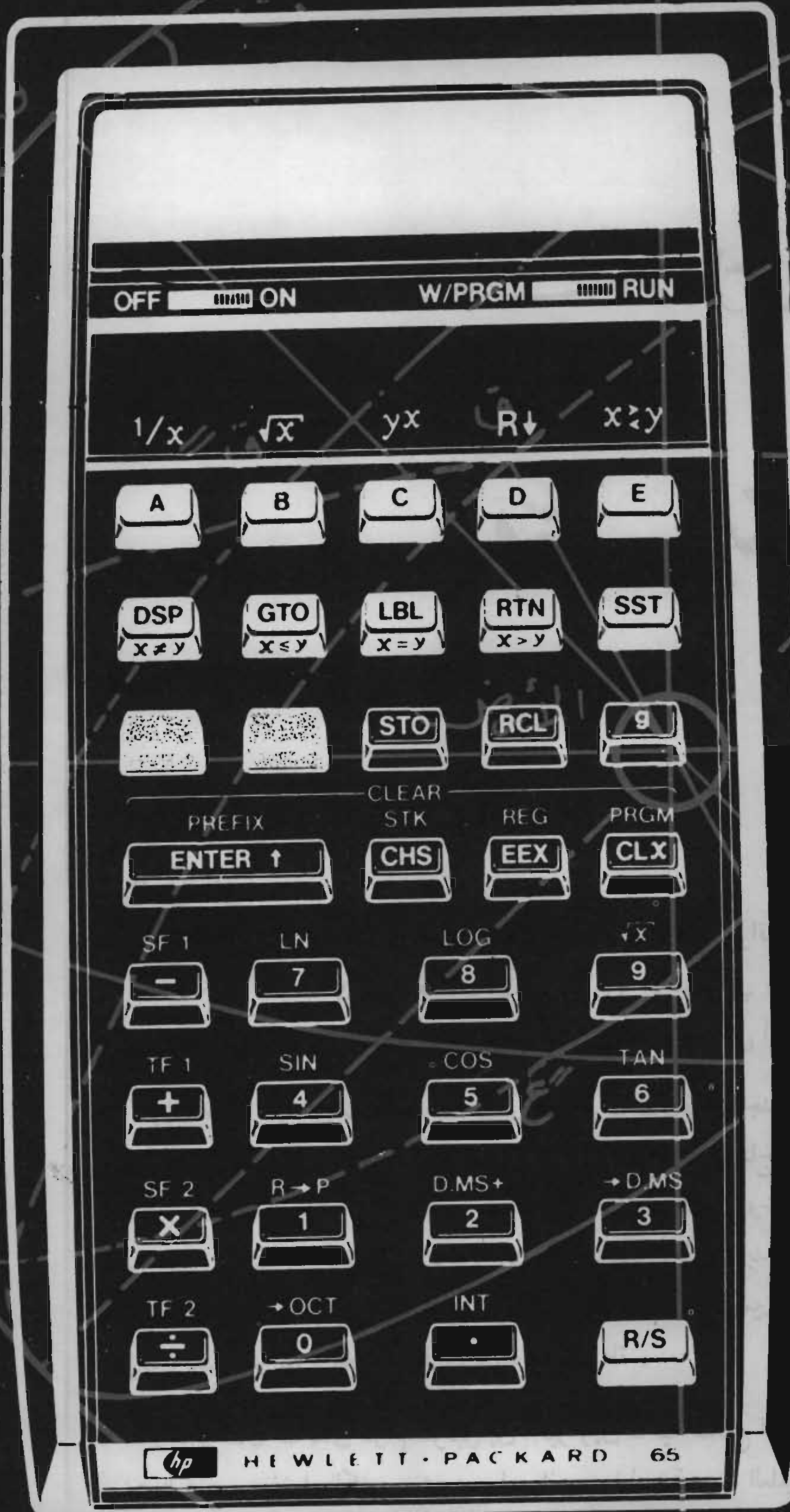
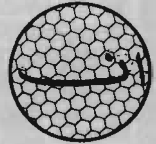
د. حسين كمال الدين

تعيين مواقيت الصلاة في أى زمان و مكان على سطح الأرض



بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة



حاجة الإنسان إلى معرفة أوقات الصلاة (مواقيت الصلاة) ، أي إبتداء وقت الصلاة وكذلك نهاية هذا الوقت من الأمور الأساسية في حياة الإنسان المسلم ، وعادة يعتمد الأنسان على سماع الآذان ، إذا كان قريباً من المسجد ، أو أنه يعتمد على التقويم إذا لم يستطع سماع الآذان .

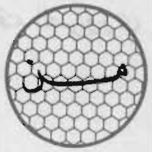
وإذا علمنا أن الأوقات المذكورة في التقاويم تخص قليلاً جداً من البلدان الرئيسية مثل عواصم الأقاليم وبعض المدن الكبيرة ، بينما الغالبية العظمى من المدن والقرى يحتاج تعيين وقت الصلاة بها إلى تعديل المواقيت المذكورة في التقاويم ، بما يتناسب مع فروق خطوط الطول وخطوط العرض ، وهذا مما لا يتيسر إلا للمختصين في دراسة علم الفلك ، وكذلك فإن هنالك مناطق عديدة أخرى لا توجد لها نتائج إطلاقاً . لذلك رأيت عمل هذا البحث خدمة للأمة الإسلامية وللمسلمين المقيمين في بلدان غير إسلامية ، حتى يتيسر لهم معرفة وتعيين مواقيت الصلاة بطرق سهلة ومضبوطة .

وإنني أسأل الله تعالى دوام التوفيق إلى الخير وإلى ما فيه صلاح المسلمين ، وأن يتقبل منا هذا العمل الصغير ، ويجزينا عليه من فضله الكبير ، بجوده وإحسانه ، والحمدلله رب العالمين .

وإنني أتقدم بالشكر الجزيل لكل من عاون من الزملاء الأفاضل في إخراج هذا البحث إلى حيز الوجود .



تحديد الشرع الاسلامى لمواقيت الصلاة



المعلوم بالبديهة أن دخول الوقت شرط من شروط صحة الصلاة ، وأن الصلاة كذلك يجب أن تُؤدّى في وقتها المفروض شرعاً . وسوف نُورد فيما بعد تحديد هذه المواقيت كما هو متفق عليه بين أئمة المسلمين .

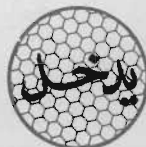
وقد أشار إلى هذه الأوقات الحديث الصحيح الذي رواه الترمذي ، والنسائي عن جابر بن عبدالله ، قال : « جاء جبريل إلى النبي – صلى الله عليه وسلم – حين زالت الشمس ، فقال : قم يا محمد فصل الظهر ، حين مالت الشمس ، ثم مكث حتى إذا كان فيء الرجل مثله جاءه للعصر ، فقال : قم يا محمد فصَلّ العصر ، ثم مكث حتى إذا غابت الشمس جاءه فقال : قم فصل المغرب ، فقام فصلاها حين غابت الشمس سواء ، ثم مكث حتى إذا غاب الشفق جاءه فقال : قم فصل العشاء ، فقام فصلاها ، ثم جاءه حين سطع الفجر في الصبح ، فقال : قم يا محمد فصل الصبح » .

وإلى هنا قد بين هذا الحديث أول كل وقت ، وله بقية اشتملت على بيان نهاية الوقت ومعناها أنه جاءه في اليوم التالي وأمره بصلاة الظهر حين بلغ ظل كل شيء مثله ، وأمره بصلاة المغرب في وقتها الأول ، وأمره بصلاة العشاء حين ذهب ثلث الليل الأول ، وأمره بصلاة الصبح حين أسفر جداً ، ثم قال له ما بين هذين وقت كله .

فهذا الحديث وأمثاله يُبين لنا مواقيت الصلاة بالعلامات الطبيعية التي هي أساس التقويم الفلكي ، والساعات الفلكية (المزاول) ، ونحو ذلك ، وسنذكر فيما يلي آراء الأئمة الأربعة في تحديد مواقيت الصلاة تفصيلاً ، بصرف النظر عن تقسيم الوقت إلى ضروري واختياري عند بعضهم ، لأن المقصود في هذا البحث هو تحديد أوائل ونهايات مواقيت الصلاة .



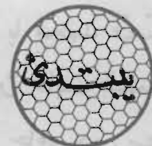
وقت الظهر



وقت الظهر عقب زوال الشمس ، فمتى انحرفت الشمس عن وسط السماء ، فإن وقت الظهر يبتدىء ويستمر إلى أن يبلغ ظل كل شيء مثله ، وذلك بالإضافة إلى الظل الذي كان موجودا لهذا الشيء عند الزوال ، وقد خالف في ذلك المالكية ، فقالوا : إن هذا هو وقت الظهر الاختياري ، أما وقته الضروري فهو من دخول وقت العصر الاختياري ، ويستمر إلى وقت الغروب .



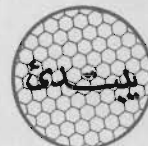
وقت العصر



وقت العصر من زيادة ظل الشيء عن مثله بدون أن يدخل في ذلك الظل الذي كان موجوداً عند الزوال ، وينتهي عند غروب الشمس ، أما المالكية فقالوا : إن للعصر وقتان ضروري واختياري فأما الضروري فإنه يبتدىء باصفرار الشمس في الأرض والجدران لا بإصفرار عينها ، لأنها لا تصفر حتى تغرب ، ويستمر إلى الغروب ، وأما وقته الإختياري فهو من زيادة الظل عن مثله ، ويستمر لاصفرار الشمس ، والمشهور أن بين الظهر والعصر ـ عند المالكية ـ إشتراكاً في الوقت بقدر صلاة أربع ركعات في الحضر ، واثنتين في السفر .



وقت المغرب



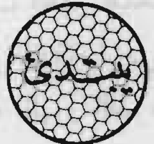
وقت المغرب بعد مغيب جميع قرص الشمس تحت الأفق ، وينتهي وقت المغرب بإنتهاء الشفق الأحمر .

وقال الحنفية : أن الأفق الغربي يعتريه بعد الغروب أحوال ثلاثة متعاقبة ، إحمرار ، فبياض، فسواد . وأن الشفق المقصود هنا هو الشفق الأبيض بظهور السواد ، فمتى ظهر السواد إنتهى وقت المغرب .

وقال المالكية : أنه لا إمتداد لوقت المغرب الاختياري ، وأن وقت المغرب هو فقط بقدر الزمن الذي يحتاج إليه الإنسان لأداء الأذان والإقامة والطهارة ثم الصلاة ، وبذلك ينتهي وقت المغرب ، أما وقتها الضروري فهو من عقب الوقت الاختياري ، ويستمر إلى طلوع الفجر .



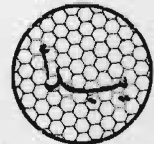
وقت العشاء



وقت العشاء من مغيب الشفق الأحمر ، ويستمر حتى طلوع الفجر الصادق . وقال الحنابلة : إن للعشاء وقتين ، الأول الوقت الإختياري ، وهو من مغيب الشفق إلى مضى ثلث الليل الأول . والثاني وهو وقت الضرورة يبتدئ من أول الثلث الثاني من الليل ويستمر إلى طلوع الفجر الصادق . وقال المالكية مثل ذلك .



وقت الصبح



وقت الصبح من طلوع الفجر الصادق ، وهو أول ظهور ضوء الشمس – الغير مباشر – السابق عليها والذي يظهر من جهة المشرق ، ثم ينتشر حتى يعم الأفق جميعه ، ويصعد إلى السماء منتشراً . أما الفجر الكاذب ، فلا عبرة به ، وهو الضوء الذي لا ينتشر ، ويظهر مستطيلاً دقيقاً يتجه إلى السماء وعلى جانبيه ظلمة .

ويمتد وقت الصبح (الفجر) إلى طلوع الشمس . وقال المالكية : إن للصبح وقتين ، الأول إختياري وهو من طلوع الفجر الصادق ويستمر حتى الإسفار المبين – أي ظهور الضوء الذي تبدو به الوجوه بالبصر المتوسط

في المكان المكشوف ظهوراً بَيِّناً ، وكذلك تختفي فيه النجوم ، والثاني ضروري ، وهو الوقت الذي يلي ذلك الوقت الإختياري ويستمر إلى طلوع الشمس .

ونستخلص مما سبق أن البدايات الشرعية لمواقيت الصلاة الخمسة هي : يبدأ دخول وقت الظهر بعد زوال الشمس ، ويبدأ دخول وقت العصر عندما يصير ظل الجسم الواقف رأسياً مثل طوله زائداً عليه طول ظله وقت الزوال ، ويبدأ وقت المغرب بعد مغيب قرص الشمس تماماً تحت الأفق ، ويبدأ دخول وقت العشاء بعد زوال الشفق الأبيض ودخول ظلمة الليل ، كما يبدأ وقت الصبح (الفجر) عند بداية ظهور الضوء الأبيض – أي الفجر الصادق .

وإذا جمعنا بين الوقت الإختياري والوقت الضروري على رأي بعض الأئمة الفقهاء فإن النهايات الشرعية لمواقيت الصلاة تكون كالآتي :

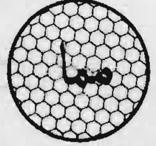
ينتهي وقت صلاة الصبح عند أول ظهور لقرص الشمس من تحت الأفق ، وينتهي وقت الظهر عندما يصير ظل الجسم الرأسي مثل إرتفاعه مضافاً إليه ظل الجسم وقت الزوال ، وينتهي وقت العصر بإختفاء قرص الشمس تحت الأفق ، ثم ينتهي وقت المغرب بإنتهاء الشفق الأبيض ، كما ينتهي وقت العشاء بظهور الضوء الأبيض في المشرق – أي طلوع الفجر الصادق .

ومن ذلك نجد أنه يمكن الوصل بين بدايات الصلوات المفروضة وبين نهايات البعض الآخر منها . فإن إبتداء دخول وقت العصر يعني إنتهاء وقت الظهر ، وأن دخول وقت المغرب هو إنتهاء وقت العصر ، وأن إبتداء وقت العشاء هو إنتهاء وقت المغرب ، وكذلك فإن إبتداء وقت الصبح هو إنتهاء وقت العشاء ، وأما إنتهاء وقت الصبح فيكون بأول بزوغ قرص الشمس من تحت الأفق .

وعلى ذلك نجد أن المواقيت المطلوب تعيينها لتحديد البدايات والنهايات لمواقيت الصلوات الخمسة هي ستة أوقات في كل يوم من الأيام وهي أوقات الشروق والزوال والغروب وإنتهاء الشفق وطلوع الفجر الصادق ، وعندما يبلغ ظل الجسم الرأسي مثل طوله مع إضافة ظل الزوال إليه .



الربط بين تحديد الشرع والفلك والحساب لتبين مواقيت الصلاة

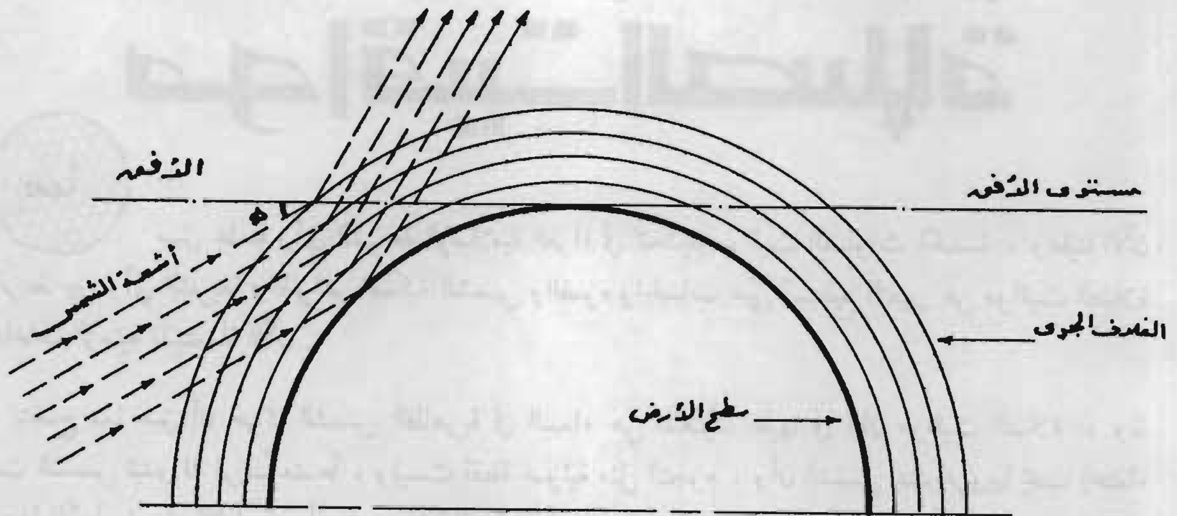


سبق علمنا رأي الشريعة الإسلامية الغراء في تحديد مواقيت الصلوات الخمسة ، وعلينا الآن أن نربط بين رأي الشريعة والظواهر الفلكية للشمس والضوء والحساب حتى نستطيع التعبير عن مواقيت الصلاة بالساعات الزمنية المستعملة الآن .

يتضح مما سبق أن حركة الشمس الظاهرية في السماء هي المُعَوّل عليها في بيان مواقيت الصلاة ، ولما كانت الشمس تبدو لنا قرصاً متسعاً ، وليست نقطة ضوئية مثل النجوم ، وأن الشمس عند غروبها يجب إختفاء سطحها الأعلى تحت الأفق أي أنه يجب إختفاؤها تماماً . بينما عند شروقها يكفي بزوغ أعلى جزء منها فقط بينما يكون أغلب القرص تحت الأفق ، وعند الزوال تكون العبرة بعبور مركز الشمس لدائرة الزوال ، إذاً إعتبارنا أن الشمس نقطة ضوئية ، والتعبير عنها بمركزها فقط في جميع هذه الحالات المذكورة – أي الشروق والغروب والزوال – فيه شيء من التجاوز ، وهذا التجاوز صغير جداً ويمكن إهماله عند حساب المعادلات الرياضية للتسهيل . وأما إذا أريد الدقيق بعد ذلك فيمكن إضافته على وقت المغرب وطرحه من وقت الشروق ، وهذا المقدار يساوي من دقيقة واحدة الى ثلاث دقائق في أكثر الحالات .

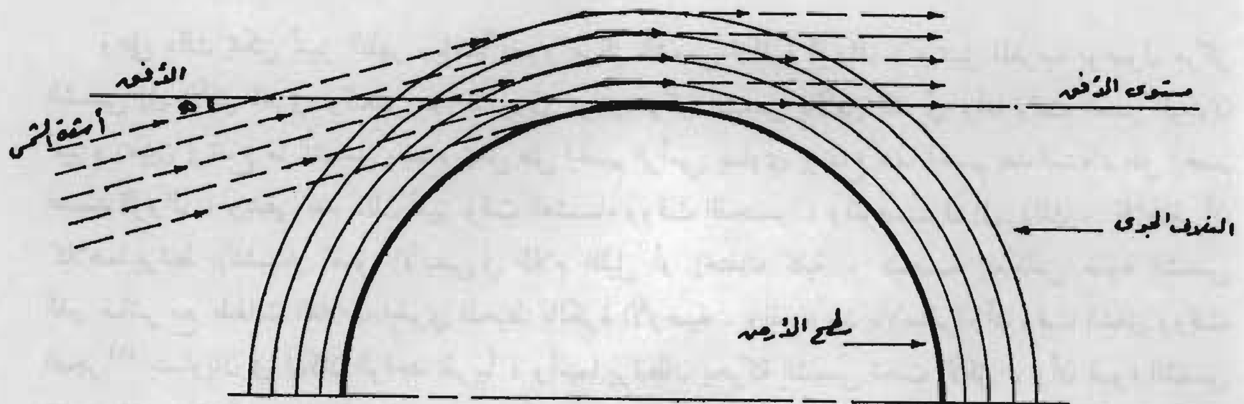
وعلى ذلك يمكن تمييز الظهر رياضياً بعبور مركز الشمس لدائرة الزوال ، وتمييز المغرب بوصول مركز الشمس إلى الأفق الغربي والتعبير عن الشروق بمرور مركز الشمس بالأفق الشرقي وأما وقت العصر فيكون تمييزه بتعيين إرتفاع ما للشمس يسمح بجعل ظل الجسم الرأسي يساوي إرتفاع هذا الجسم بعد استبعاد ظل الجسم عند الزوال ، ويتبقى بعد ذلك تمييز وقت العشاء ووقت الفجر ، وللوصول إلى ذلك ، نلاحظ أن كلاهما يرتبط بإنتشار الضوء الأبيض في ظلام الليل أو إختفائه كلية ، نتيجة إنعكاس ضوء الشمس الغير مباشر مع طبقات الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية ، ولقد وُجد بالاستقراء أن وقت الشفق ووقت الفجر [١] يتساويان في المكان الواحد تقريباً ، وأنهما يرتبطان بحركة الشمس تحت الأفق ، وأن ضوء الشمس الغير مباشر والمنعكس على الغلاف الهوائي الأرضي ينتهي أو يبدأ عندما تصل درجة ميل الشمس تحت الأفق ١٨° كما هو مبين بالشكل رقم (١) ، ويظهر من الشكل أن الشعاع الضوئي عندما يقابل الغلاف الجوي الأرضي بزاوية أكبر من هـ ، وهي الزاوية الحرجة فإنه يسير إلى الفضاء الخارجي ولا يصل إلى سطح الأرض ويستمر هكذا حتى تصل هذه الزاوية إلى المقدار هـ = ١٨° ، عند ذلك ينعكس الشعاع الشمسي على الطبقة الهوائية

(١) يعبر عن وقت الشفق بالزمن من غروب الشمس حتى إختفاء الضوء الأبيض تماما كما يعبر عن وقت الفجر بالزمن من إبتداء ظهور الضوء الأبيض في ظلمة الليل حتى شروق الشمس .



شكل رقم ١ـأ

الزاوية ﻫ أكبر من ١٨ درجة



شكل رقم ١ـب

الزاوية ﻫ تساوي أو أصغر من ١٨

ويتجه إلى سطح الأرض حيث يبدأ ظهور الفجر الصادق ، ومثل ذلك يحدث عند إنتهاء وقت الشفق ، أي أنه من الممكن اعتبار وجود الشمس تحت الأفق الشرقي بمقدار ١٨° بداية لوقت الفجر ، كما يمكن كذلك إعتبار وجود الشمس تحت الأفق الغربي بمقدار ١٨° هو نهاية وقت الشفق الأبيض ، وعلى ذلك يمكن الربط بين وقتي الفجر والعشاء وبين حركة الشمس الظاهرية ، أي أن مواقيت الصلاة بالنسبة إلى دوران الشمس حول الأرض تكون كالآتي :

بداية الفجر = وجود الشمس تحت الأفق الشرقي بمقدار ١٨° .

نهاية الفجر = وصول الحافة العليا للشمس إلى الأفق الشرقي .

بداية الظهر = عبور مركز الشمس لمستوى الزوال .

بداية العصر = وجود الشمس على إرتفاع يسمح بوجود ظل للجسم الرأسي يساوي إرتفاعه بعد إستبعاد الظل الزوالي له .

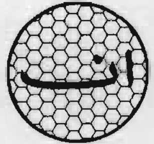
بداية المغرب = وصول الحافة العليا للشمس إلى الأفق الغربي .

بداية العشاء = وجود الشمس تحت الأفق الغربي بمقدار ١٨° .

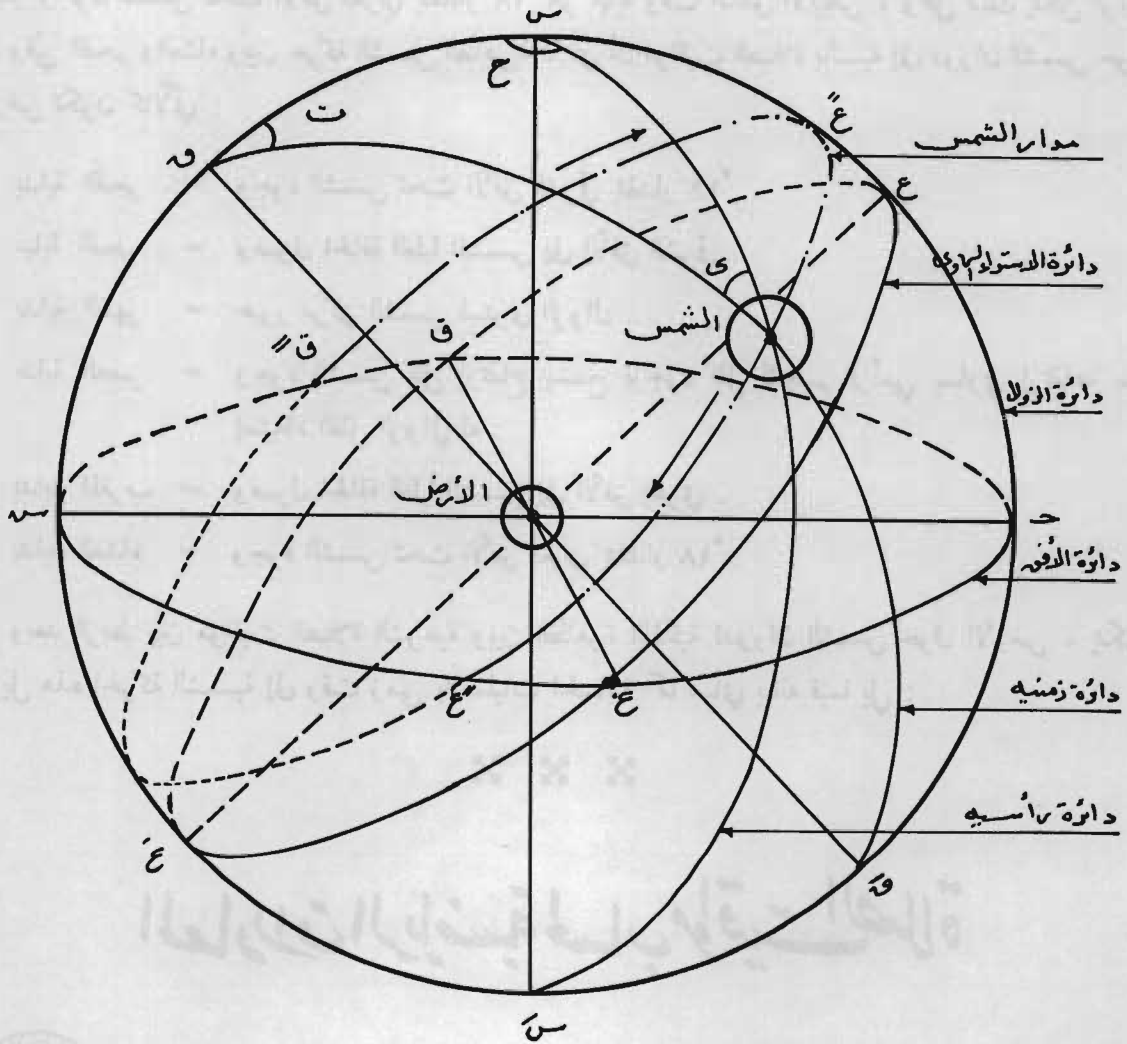
وبعد الربط بين مواقيت الصلاة الشرعية وبين الظاهرة الفلكية لدوران الشمس حول الأرض ، يمكن تحويل هذه الحركة الشمسية إلى وقت زمني بالعمليات الحسابية كما سيأتي بيانه فيما يلي :



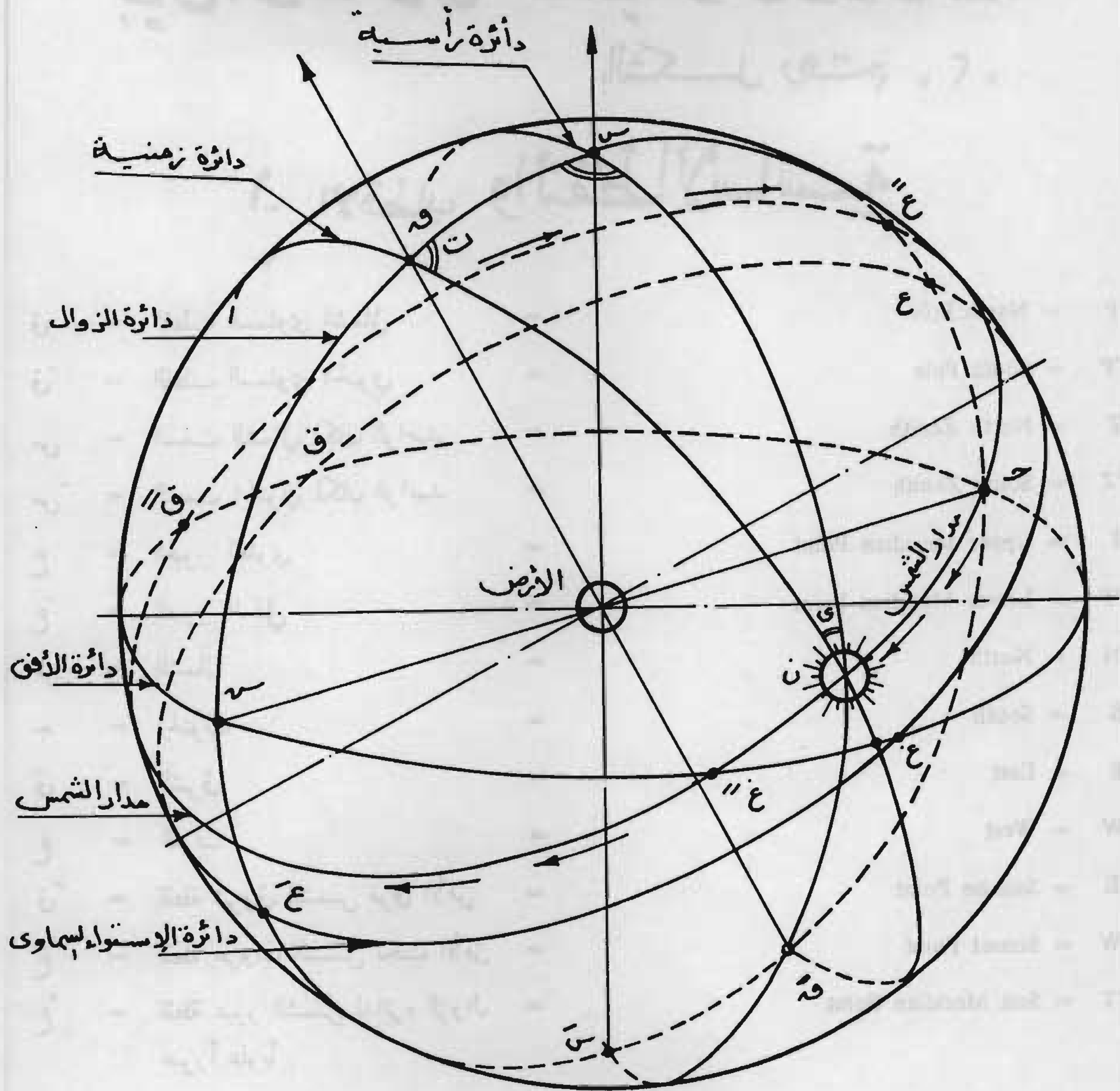
المعادلات الرياضية لحساب مواقيت الصلاة



الحركة الظاهرية اليومية لدوران الشمس حول الأرض ، لا تختلف في شيء ما عن الحركة الحقيقية لدوران الأرض حول نفسها في كل يوم مرة ، من وجهة النظر في حسابات الفلك الكروي ، وعلى ذلك فإننا سوف نتبع في بيان المعادلات الخاصة بحساب مواقيت الصلاة ، قواعد الحركة الظاهرية اليومية لدوران الشمس حول الأرض ، والشكل رقم(٢) يمثل الهيئة العامة للكرة السماوية — حسب قواعد الفلك الكروي — مبيناً عليها الشمس والأرض والأقطاب والدوائر الأساسية . والشكل رقم (٢—أ) يمثل الإسقاط التوضيحي لتسهيل المراجعة ، أما الشكل رقم (٢—ب) فيمثل الإسقاط الحقيقي الصحيح للكرة السماوية .



شكل رقم ٢ـأ
الاسقاط التوضيحي للكرة السماوية



شكل رقم ٢-ب
الاسقاط الصحيح للكرة السماوية

بيان المصطلحات الفلكية والرموز الخاصة

بالشكل رقم « ٢ »

١ـ الاقطاب والنقط الاساسية

ق	= القطب السماوي الشمالي	=	P	= North Pole
قَ	= القطب السماوي الجنوبي	=	'P	= South Pole
س	= السمت الشمالي لمكان الراصد	=	Z	= North Zenith
سَ	= السمت الجنوبي لمكان الراصد	=	'Z	= South Zenith
ع	= العبور العلوي	=	T	= Upper Meridian Point
عَ	= العبور السفلي	=	'T	= Lower Meridian Point
ش	= الشمال	=	N	= North
ج	= الجنوب	=	S	= South
ق	= الشرق	=	E	= East
غ	= الغرب	=	W	= West
قً	= نقطة شروق الشمس فوق الأفق	=	'E	= Sunrise Point
غً	= نقطة غروب الشمس تحت الأفق	=	'W	= Sunset Point
عً	= نقطة عبور الشمس لدائره الزوال عبوراً علوياً .	=	"T	= Sun Meridian Point

x x x

الدوائر العظمى

دائرة الزوال	=	Meridian Circle
دائرة الأفق	=	Horizon Circle
دائرة الاستواء السماوي	=	Celestial Equator Circle
دائرة زمنية	=	Time Circle
دائرة رأسية	=	Vertical Circle
مدار الشمس اليومي	=	Daily Path of sun

(هذا المدار ليس دائرة عظمى في أغلب أيام السنة) .

× × ×

الزوايا الرئيسية

ت	=	الزاوية الزمنية	=	T	= Hour Angle
تع	=	زاوية الارتفاع	=	H	= Height Angle (Altitude)
٩٠–تع	=	زاوية بعد السمت	=		= Zenith Distance
م	=	زاوية الميل الاستوائي	=	D	= Declination
٩٠–م	=	زاوية البعد القطبي	=		= Polar Distance
ح	=	زاوية الانحراف	=	A	= Azimuth Angle
ض	=	زاوية خط العرض	=	ϕ	= Latitude
ل	=	زاوية خط الطول	=	L	= Longitude

عند مراجعة الشكل رقم (٢) نجد أن مدار الشمس تمثله الدائرة قً عً غً وهذا هو الجزء الظاهر من مدار الشمس فوق الأفق ، حيث أن النقطة قً تـمثل شروق الشمس – أي نهاية وقت الفجر والنقطة عً تمثل العبور العلوي للشمس لدائرة الزوال – أي بداية وقت الظهر ، بينما النقطة غً تـمثل غروب الشمس – أي بداية وقت المغرب . وأما وقت العشاء وكذلك بداية وقت الفجر فإن الشمس في هذه الآونة تكون تحت الأفق

بمقدار ١٨° درجة . وعلى ذلك فإنه لحساب مواقيت الصلاة بالساعات المستعملة الآن علينا أن نربط بين الزمن الفلكي[١] وبين مواضع وجود الشمس في مدارها التي تُعَيِّن هذه المواقيت ، وعادة يكون هذا الربط عن طريق المثلث الفلكي .



المثلث الفلكى

المثلث الفلكي هو مثلث كروي ، رؤوسه الثلاثة هي :

١ – القطب السماوي الشمالي (ق)

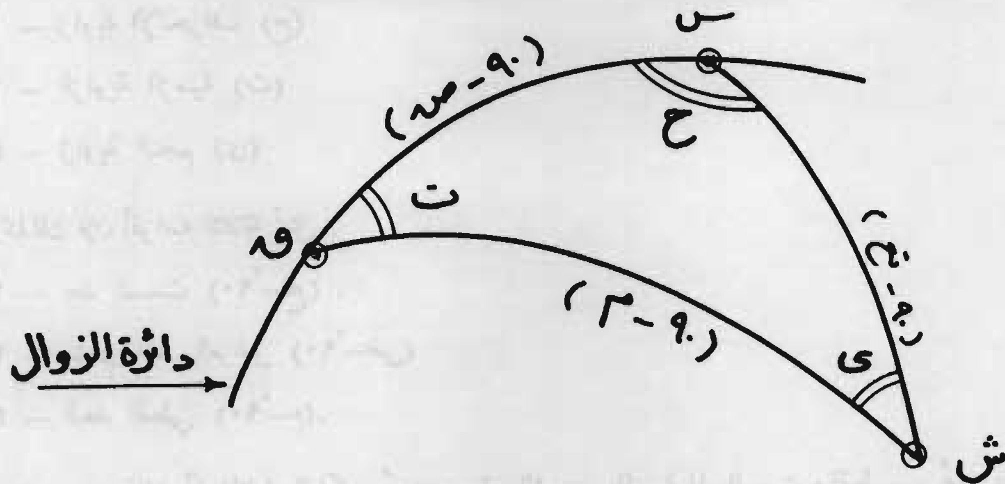
٢ – السمت الشمالي لمكان الراصد (س)

٣ – الشمس (ش)

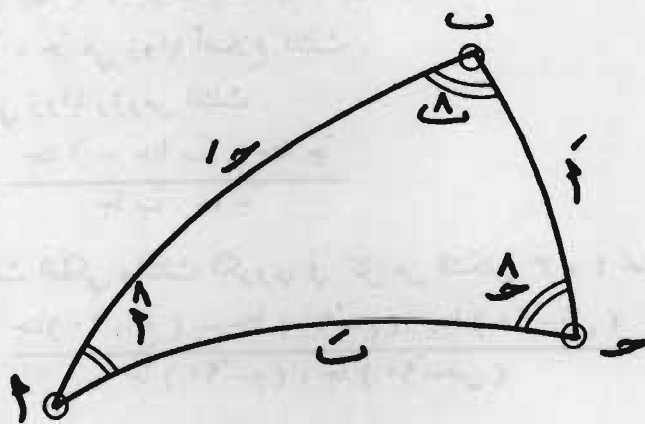


---

(١) المقصود بالزمن الفلكي ، الوقت الحقيقي للشمس ، أي الزاوية الزمنية للشمس .



شكل رقم ٣



شكل رقم ٤

والشكل رقم (٣) يمثل هذا المثلث .

أما زواياه فهي :

١ ـ زاوية الإنحراف (ح)

٢ ـ الزاوية الزمنية (ت)

٣ ـ زاوية النجم (ى)

وكذلك فإن أقواسه الثلاثة تمثل :

١ ـ بعد السمت (٩٠°ـتع) .

٢ ـ متمم خط العرض (٩٠°ـض)

٣ ـ البعد القطبي (٩٠°ـم).

ويتضح من ذلك أن المثلث الفلكي يُحدد موقع الشمس بالنسبة إلى السمت والقطب ، ثم يربط بين هذا الموقع وبين الزمن ، أنظر الشكل رقم (٢) .

ولما كان المثلث الفلكي يمثل جزءاً من الكرة السماوية ، فهو حينئذ مثلث كروي ، وتنطبق عليه قوانين المثلث الكروي ، شكل رقم (٤) .

ومن قوانين المثلثات الكروية نجد أن :

جتا اَ = جتا بَ . جتا جَ + جا بَ . جا جَ . جتا ا .

حيث أن اَ ، بَ ، جَ هي زوايا أضلاع المثلث .

، ا ، ب ، ج هي زوايا رؤوس المثلث .

$$\text{أى أن جتا ا} = \frac{\text{جتا اَ} - \text{جتا بَ . جتا جَ}}{\text{جا بَ . جا جَ}}$$

وبالمقارنة بين المثلث الفلكي والمثلث الكروي في كل من الشكلين ٣ ، ٤ نجد أن :

$$\text{جتا ت} = \frac{\text{جتا(٩٠°ـتع) ـ جتا (٩٠°ـم). جتا (٩٠°ـض)}}{\text{جا (٩٠°ـم) . جا (٩٠°ـض)}}$$

$$\text{أى أن جتا ت} = \frac{\text{جا تع ـ جام . جا ض}}{\text{جتام . حتا ض}}$$

تعيين المعادلات الرياضية لحساب مواقيت الصلاه لكل واحده من الفروض الخمسة

اولا وقت الظهر

سبق أن علمنا أن تحديد وقت الظهر يكون بعبور قرص الشمس لدائرة الزوال عبوراً علوياً ، أي وجود النقطة (ش) من رؤوس المثلث الفلكي على دائرة الزوال . ولما كانت النقطة (س) تقع دائماً على دائرة الزوال وكذلك النقطة (ق) ، إذاً في هذه الحالة يصير المثلث الفلكي قوساً من دائرة الزوال ، وتصير الزاوية الزمنية (ت) تساوي صفراً .

ولما كان الوقت الحقيقي يقاس فلكياً من العبور السفلي للشمس ، لذلك فإن العبور العلوي يساوي ١٢ ساعة وقتاً حقيقياً[١] أي أن وقت الظهر عند الابتداء يساوي ١٢ ساعة بالوقت الشمسي الحقيقي في كل مكان وزمان على سطح الأرض . فمثلاً لو فرضنا أننا موجودون عند خط عرض قدره (ض) ، وأن الميل الإستوائي للشمس في هذا اليوم يساوي (م) فإن إرتفاع الشمس في هذه اللحظة ، أي المقدار (تع) يساوي (٩٠° — (ض—م)) أي أن جاتع = جتا (ض—م) ، وعلى ذلك تكون قيمة الزاوية الزمنية (ت) من القانون السابق تساوي :

$$\text{جتا ت} = \frac{\text{جتا (ض—م)} - \text{جام . جاض}}{\text{جتام . جتاض}}$$

$$= \frac{\text{جتاض . جتام} + \text{جاض . جام} - \text{جاض . جام}}{\text{جتاض . جتا م}}$$

$$\therefore \text{جتا ت} = ١$$

أي أن ت = صفر .

ولما كان المعتمد في الحياة المدنية ، هو استعمال الوقت المدني لسهولة التعامل بين بلد وآخر في إقليم واحد ، وكذلك لسهولة التعامل في المجال الدولي العام بين ممالك العالم ودوله . لذلك وجب علينا بيان حساب الوقت المدني من الوقت الشمسي الحقيقي .

إن الحركة الظاهرية لدوران الشمس حول الأرض ، ناشئة عن الحركة الحقيقية لدوران الأرض حول نفسها أمام الشمس ، وكذلك فإن الأرض ليست ثابتة في محلها بالنسبة إلى الشمس بل أنها تدور حولها في فلك بيضاوي تحتل الشمس إحدى بؤرتيه . ونشأ عن ذلك أن طول اليوم على مدار السنة ليس متساوياً ، وأن الحركة الظاهرية للشمس ليست منتظمة في السرعة . ولذلك لجأ علماء الفلك إلى فرض وجود شمس أخرى

---

(١) الوقت الحقيقي هو الوقت الذي تعينه المزولة الشمسية ، وهذا الوقت يختلف عن الوقت المتوسط الذي تعينه الساعة المستعملة الآن ، بما يسمى بمعادلة الزمن ، وسيأتي توضيح ذلك فيما بعد .

تسير على فلك الشمس الحقيقية بسرعة منتظمة ، وتحتفظ معها بنفس الزمن السنوي ، وتُسمى هذه الشمس بالشمس المتوسطة الحركة ، ويسمى الوقت الذي تُعينه بالوقت المتوسط ، وهذا الفرض يُعطينا طولاً ثابتاً لليوم المتوسط مقداره ٢٤ ساعة زمنية متوسطة وهي التي تُشير إليها الساعات الآلية التي نستعملها الآن .

والفرق بين الوقت المتوسط والوقت الحقيقي يسمى بمعادلة الزمن :

معادلة الزمن = الوقت المتوسط ـ الوقت الحقيقي .

وهذا الوقت المتوسط ، يُسمى بالوقت المتوسط المحلي لأنه في كل مكان يختلف فيه خط الطول عن مكان آخر لا بد أن يختلف كذلك الوقت المتوسط المحلي الثاني . وعلى ذلك وجد أنه لتوحيد الزمن في دولة ما ، بحيث يسهل التعارف الزمني بين البلدان المختلفة لهذه الدولة ، أن يتفق الجميع على زمن واحد لهم ، ويعرف هذا الزمن بالوقت المدني أو الوقت الاقليمي .

كما وجد أنه للتعارف الدولي كذلك على الزمن المدني ، أن يتغير هذا الزمن عند خطوط الطول التي تقبل القسمة على ١٥° أي أن الوقت المدني يتغير عند خط طول صفر ، ١٥° ، ٣٠° ، ٤٥° وهكذا حتى ١٨٠° شرقاً أو غرباً ، ومقدار الفرق لكل ١٥° يساوي ساعة واحدة .

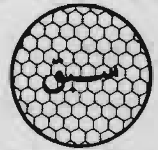
أي أن وقت الظهر في أي مكان على سطح الأرض وفي أي يوم من أيام السنة ، مقدراً بالوقت المدني الزوالي ، أو الوقت الاقليمي .

يساوي = ١٢ + معادلة الزمن + فرق خط الطول

∴ وقت الظهر = ١٢ + مز + فط



ثانيا وقت الشروق والغروب



أن علمنا أن وقت الشروق يُمثل نهاية وقت الفجر ، وأن وقت الغروب يمثل بداية وقت المغرب ، وأن الشمس في كلتي الوقتين تكون حافتها العليا على دائرة الأفق ، أي أن إرتفاعها تحت الأفق يساوي نصف قطر الشمس الظاهري ، وهذا يكافىء ستة عشر دقيقة تقريباً .

∴ تع = ـ ١٦ .

وبفرض أننا عند خط عرض (ض) ، وأن ميل الشمس في هذا اليوم عن الاستواء السماوي = (م) .

∴ جتات = (جا (−١٦ً) − جام . جاض) / (جتا م . جتا ض)

ومن ذلك القانون يمكن حساب الوقت الحقيقي لكل من الشروق والغروب .

وإذا أهملنا نصف قطر الشمس ، نجد أن :

جتات = (جا (صفر) − جام . جا ض) / (جتام − جتاض) = − ظا م × ظا ض



ملاحظات

١ − إذا كان المكان عند خط الأستواء ، وهو خط عرض صفر ، فإنه في هذه الحالة تكون :

ظاض = صفر

∴ جتات = صفر

بصرف النظر عن إختلاف مقدار الميل الإستوائي للشمس أثناء السنة .

إذاً ت = ٩٠° = ٦ ساعات

أي أنه عند خط الإستواء تماماً يكون الشروق والغروب قبل العبور وبعده بمقدار ستة ساعات ، في طيلة أيام السنة ، بالوقت الحقيقي.

٢ − إذا كان خط العرض ٩٠° ، وعندئذ يكون المحل هو القطب الأرضي ، فإن المثلث الفلكي يفقد وجوده ، حيث ينطبق القطب مع السمت ، ويكون :

ظاض = ما لا نهاية

وتكون جتات = ظام × ∞

وعلى ذلك لا يمكن تعيين قيمة المقدار (جتات) ، ما لم تكن (م) تساوي صفراً وفي هذه الحالة يمكن إعتبار (جتات) = صفراً وأن (ت) تساوي ٩٠° ، ولكن من الناحية العملية ، فإنه بالرغم من أن الزاوية = ٩٠° إلا أنه لا يمكن تحديد وقت للشروق أو الغروب حيث أن الشمس في هذه الحالة تتحرك على دائرة الأفق ،

وتختفي الجهات الأصلية الأربعة ، وفيما عدا ذلك يكون دوران الشمس في مستوى يوازي دائرة الأفق كذلك ، وهذا المستوى يتحرك في مدى ± ٢٣,٥° عن مستوى الأفق أثناء السنة . وتصبح الشمس ظاهرة ستة أشهر ومختفية ستة أشهر .

٣ ـ إذا كان المحل في المنطقة المدارية القطبية ، وهذه المنطقة تبدأ من خط عرض ٦٧,٥° إلى خط عرض ٩٠° ، فإنه يأتي بعض الوقت أثناء السنة الذي تصير الشمس فيه دائمة الظهور أو دائمة الإختفاء ، ولا يحدث الشروق أو الغروب اليومي المعتاد ، وفي هذه الحالة الأخيرة والحالة السابقة لها ، يكون تقدير مواقيت الصلاة مختلفاً عن النظام المعتاد المرتبط بحركة الدوران اليومية للشمس . مما سبق نجد أن وقت الشروق أو الغروب يمكن حسابه من المعادلة .

جتات = ـ ظام . ظاض (عند إهمال نصف قطر الشمس) .

بالإضافة أو الطرح من وقت العبور العلوي للشمس ، وعلى ذلك فإن حساب وقت المغرب يساوي :

= وقت الظهر + جتا$^{-1}$ (ـ ظام . ظاض) .

= ١٢ + مز + فط + جتا$^{-1}$ (ـ ظام . ظاض) .

ولما كانت الساعات المدنية المستعملة تقرأ إثنتي عشر ساعة فقط ، ثم تعود بعد ذلك إلى الدورة التالية ، لذلك يمكن حذف ١٢ من المعادلة السابقة ، وتصير المعادلة كالآتي :

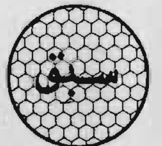
وقت المغرب = مز + فط + جتا$^{-1}$ (ـ ظام . ظاض) .

وبالمثل يمكن حساب وقت الشروق من المعادلة الآتية :

وقت الشروق = (١٢ + مز + فط) ـ جتا$^{-1}$ (ـ ظام . ظاض) .



ثالثاً وقت الفجر والعشاء



أن علمنا أن بداية وقت الفجر ـ وهو صلاة الصبح ـ يبدأ عندما تكون الشمس تحت الأفق الشرقي بمقدار ١٨° ، وأن وقت العشاء يبدأ عندما تصير الشمس تحت الأفق الغربي بمقدار ١٨° كذلك ، وعلى ذلك إذا رجعنا إلى القانون العام :

$$\text{جتات} = \frac{\text{جاتع} - \text{جام . جاض}}{\text{جتام . جتاض}}$$

نجد أن (تع) في هذه الحالة تكون إشارتها سالبة حيث أن الشمس تقع تحت الأفق ، راجع الشكل رقم (٢)، ××× وأن مقدارها = ــ١٨° .

وبالتعويض في القانون العام نجد أن :

$$\text{جتات} = \frac{- \text{جا } ١٨^\circ - \text{جام . جا ض}}{\text{جتام . جتا ض}}$$

$$= \frac{\text{ك} - \text{جا م . جا ض}}{\text{جتام . جتاض}}$$

حيث أن (ك) مقدار ثابت = ــ جا ١٨° = ــ٠,٣٠٩٠ .

وعلى ذلك فإن وقت العشاء محسوباً بالوقت الاقليمي في أي مكان على سطح الأرض :

$$= (١٢ + \text{مز} + \text{فط}) + \text{جتا}^{-١} \left(\frac{\text{ك} - \text{جام . جاض}}{\text{جتام . جتاض}} \right)$$

أي أنه على حساب الساعة المدنية المستعملة تكون :

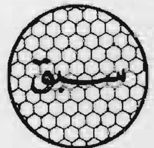
$$\text{ت} = (\text{مز} + \text{فط}) + \text{جتا}^{-١} \left(\frac{\text{ك} - \text{جا م . حا ض}}{\text{جتا م . جتا ض}} \right)$$

أما وقت الفجر فإنه يكون :

$$\text{ت} = (١٢ + \text{مز} + \text{فط}) - \text{جتا}^{-١} \left(\frac{\text{ك} - \text{جا م . جا ض}}{\text{جتا م . جتا ض}} \right)$$

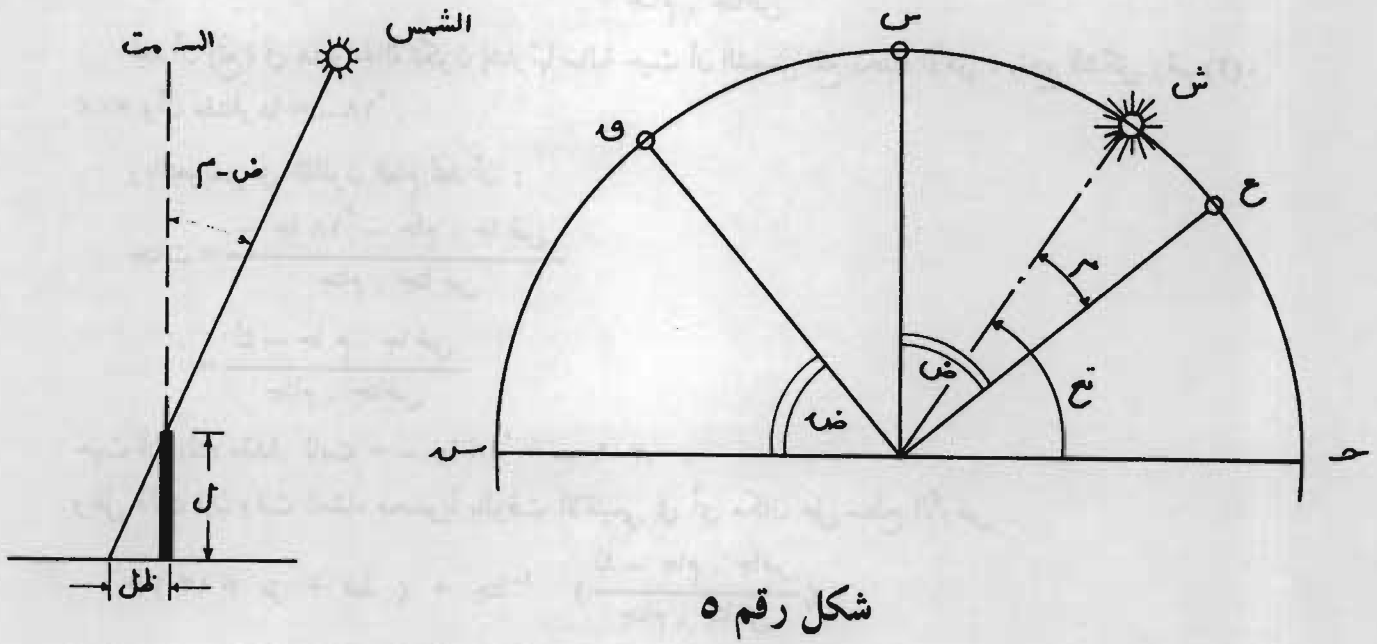


رابعا وقت العصر

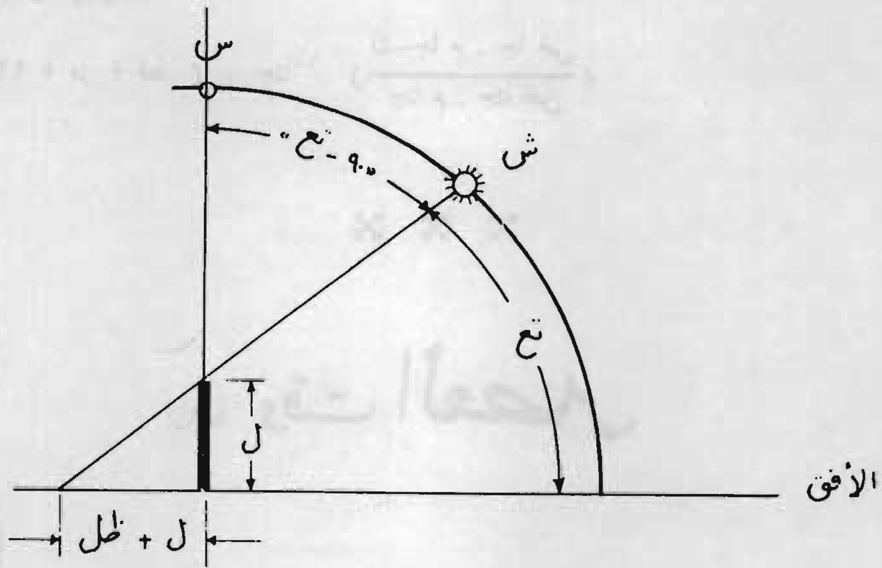


أن علمنا أن وقت العصر يبدأ عندما يكون ظل الشيء مثل إرتفاعه مضافاً إليه ظل هذا الشيء عند الزوال ، فإذا كان إرتفاع الشمس عند الزوال يساوي :

تع = ٩٠° ــ (ض ــ م) ، أنظر شكل رقم (٥) .



شكل رقم ٥



شكل رقم ٦

فيكون بعد السمت في هذه الحالة = ٩٠° − (٩٠°−(ض−م)) = ض−م .

فإذا فرضنا أن ارتفاع الجسم = ل

∴ طول ظل الجسم عند الزوال = ل × ظا (ض−م) = ظل

ويكون طول ظل الجسم عند إبتداء العصر = ل + ل ظا (ض−م)

= ل (١ + ظا (ض−م))

وعندئذ تكون زاوية بعد السمت (٩٠°−تع)

$$= ظا^{-1} \frac{ل (١+ظا (ض−م))}{ل}$$

$$= ظا^{-1} (١ + ظا (ض−م))$$

أما زاوية إرتفاع الشمس عند العصر فإنها تساوي (تع) حيث أن ،

$$ظا\ تع = \frac{ل}{ل + ظل}$$ أنظر شكل رقم «٦»

$$= \frac{ل}{ل + ل . ظا (ض−م)}$$

$$= \frac{١}{١ + ظا (ض−م)}$$

أي أن ظتا تع = ١ + ظا (ض−م)

وعلى ذلك تكون زاوية إرتفاع الشمس عند العصر ،

$$تع = ظتا^{-1} (١+ظا (ض−م))$$

وبالتعويض في القانون العام للمثلث الفلكي :

$$جتات = \frac{جا\ تع − جا\ م . جا\ ض}{جتا\ م . جتا\ ض}$$

ينتج أن :

$$جتات = \frac{جا (ظتا^{-1} (١ + ظا (ض−م))) − جام . جا\ ض}{جتا\ م . جتا\ ض}$$

وعلى ذلك فإن وقت العصر محسوباً بالوقت الأقليمي في أي مكان على سطح الأرض ،

$$= (١٢+مز+فط) + جتا^{-1} \frac{(جا (ظتا^{-1} (١+ظا (ض−م))) − جا\ م . جا\ ض)}{جتام . جتا\ ض}$$

وعند إستعمال الساعات المدنية نحذف العدد ١٢ من المعادلة السابقة .

ويستفاد مما سبق أن مواقيت الصلاة يمكن تعيينها في أي مكان على سطح الكرة الأرضية ، بحساب الوقت

المدني (الإقليمي) المستعمل في الحياة المدنية في الآونة الحاضرة ، بتطبيق المعادلات السابقة ، والتعويض فيها بالمعلومات الآتية :

١ ـ خط عرض البلد
٢ ـ خط طول البلد
٣ ـ الميل الإستوائي للشمس (يومياً) .
٤ ـ مقدار معادلة الزمن (يومياً)

■ وعلى ذلك فإنه في البلد الواحد ، يكون كل من خطي الطول والعرض ثابتين ، ويصير المتغير فقط هو الميل الإستوائي للشمس وكذلك معادلة الزمن لكل يوم من أيام السنة ، وهذه المعادلات هي :

١ ـ $\text{وقت الظهر} = ١٢ + \text{مز} + \text{فط} = \text{ك}_{١}$

٢ ـ $$\text{وقت العصر} = \text{ك}_{١} + \frac{١}{١٥}\,\text{جتا}^{-١}\left(\frac{\text{جا}\,(\,\text{ظتا}^{-١}\,(\,١+\text{ظا}\,(\,\text{ض}-\text{م}\,)\,)\,) - \text{جا م . جا ض}}{\text{جتا م . جتا ض}}\right)$$

٣ ـ $$\text{وقت المغرب} = \text{ك}_{١} + \frac{١}{١٥}\,\text{جتا}^{-١}\left(\frac{\text{جا}\,(\,-١٦'\,) - \text{جا م . جا ض}}{\text{جتا م . جتا ض}}\right)$$

٤ ـ $$\text{وقت العشاء} = \text{ك}_{١} + \frac{١}{١٥}\,\text{جتا}^{-١}\left(\frac{\text{ك} - \text{جا م . جا ض}}{\text{جتا م . جتا ض}}\right)$$

٥ ـ $$\text{وقت الفجر} = \text{ك}_{١} - \frac{١}{١٥}\,\text{جتا}^{-١}\left(\frac{\text{ك} - \text{جام . جا ض}}{\text{جتام . جتا ض}}\right)$$

٦ ـ $$\text{وقت الشروق} = \text{ك}_{١} - \frac{١}{١٥}\,\text{جتا}^{-١}\left(\frac{\text{جا}\,(\,-١٦'\,) - \text{جام . جا ض}}{\text{جتام . جتا ض}}\right)$$

حيث أن $\text{ك} = \text{جا}\,(\,\text{تع}\,) = \text{جا}-١٨^{\circ}$



ملاحظات

١ ـ يجب ملاحظة الإشارة الجبرية لكل من الميل الاستوائي (± م) ، وكذلك إرتفاع الشمس عن الأفق (± تع) .

٢ – ضربت المعادلات في $\frac{١}{١٥}$ لتحويل الزاوية الزمنية (ت) من درجات إلى ساعات .

٣ – لحساب جميع الأوقات نبدأ بحساب وقت الظهر المدني أولاً ، أي حساب المقدار ك١ .

٤ – حساب وقت الظهر يحتاج إلى تعيين مقدار معادلة الزمن (مز) ، وفرق خط طول البلد عن أساس الوقت الإقليمي (فط) . وسبق أن علمنا أن أساس الوقت الاقليمي المستعمل الآن هو وقت خطوط الطول التي تقبل القسمة على ١٥° . أي أنه يمكن إعتبار أن المقدار (فط) يتراوح بين ± ١٠° درجات تقريباً .

٥ – باقي الأوقات إما أن تضاف أو تطرح من وقت الظهر المدني .

٦ – المقادير المتغيرة في جميع المعادلات بعد ذلك هي :
أ – مقدار خط عرض المكان (ض) وهو يتراوح من صفر إلى ٩٠° درجة شمالاً أو جنوباً .
ب – مقدار الميل الإستوائي للشمس (م) وهو يتراوح بين ± ٢٣,٥ درجة .

٧ – إذا كان المكان في نصف الكرة الجنوبي ، فإن المعادلات السابقة تصلح كما هي ، نظراً لوجود التماثل بين نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي ، وحيث أن الوقت يقاس في كل مكان من زوال هذا المكان نفسه . ولكن يجب ملاحظة أن الإشارة الجبرية للميل الإستوائي للشمس تنعكس في هذه الحالة .

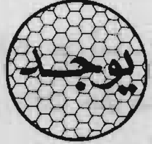
■ ومثال ذلك لو أننا رغبنا في تعيين مواقيت الصلاة في مدينة الرياض في يوم الخميس ١٣ فبراير عام ١٩٧٥ مثلاً ،

فإننا نبحث عن إحداثيات مدينة الرياض فنجد أنها تساوي :
خط طول الرياض = + ٤٦,٧° درجات
خط عرض الرياض = + ٢٤,٦° درجات

■ ويكفي معرفة هذا المقدار لأقرب واحد من عشرة من الدرجات ، وهذين المقدارين ثابتين لكل بلد ثم نبحث عن الميل الاستوائي للشمس ومعادلة الزمن في هذا اليوم ، وهذان المقداران يتغيران في كل يوم من أيام السنة ، ولكنهما لا يرتبطان بمكان ما من سطح الأرض .

الميل الاستوائي للشمس في ١٣ فبراير = – ١٣,٦° درجات
معادلة الزمن في ١٣ فبراير = + ١٤,٣ دقيقة

ملاحظات



إختلاف صغير في مقدار الميل الاستوائي للشمس في نفس اليوم بين سنة وأخرى ، نتيجة لحدوث سنة كبيسة في كل أربع سنوات ، وهذا المقدار صغير ويمكن إهمالة لأننا نكتفي برقم عشري واحد من الدرجات .

ولما كان أساس الوقت الإقليمي في المملكة العربية السعودية هو خط طول ٤٥° درجة شرقاً ، إذاً يكون فرق الطول (فط) .

= ٤٥ ـ ٤٦,٧ = ـ١,٧° درجة .

ولما كانت كل درجة تساوي أربع دقائق ، إذاً :

فط = ـ١,٧ × ٤ = ـ٦,٨ دقائق .

وبالتعويض في المعادلات السابقة نجد أن :

١ ـ وقت الظهر = ١٢ + مز + فط

= ١٢س+١٤,٣ق–٦,٨ق

= ٧,٥ق ١٢س = ك١

---

٢ ـ وقت المغرب = ك١ + $\frac{١}{١٥}$ جتا$^{-١}$ (ـظام . ظا ض)

= ك١ + $\frac{١}{١٥}$ جتا$^{-١}$ (ظا ١٣,٦° . ظا ٢٤,٦°)

= ٧,٥ق ١٢س + ٣٤,٥ق ٥س

= ٤٢ق ٥ س بعد الظهر

---

٣ ـ وقت الشروق = ك١ ـ ٣٤,٥ق ٥س

= ٣٣ق ٦س صباحاً

---

٤ – وقت العشاء = ك$_{١}$ + ١/١٥ جتا$^{-1}$ ((ك–جا م . جا ض) / (جتا م . جتا ض))

= ك$_{١}$ + ١/١٥ جتا$^{-1}$ ((–جا ١٨° + جا ١٣,٦° × جا ٢٤,٦°) / (جتا ١٣,٦° × جتا ٢٤,٦°))

= ٧,٥ق ١٢س + ٥٥,٥ق ٦س

= ٣ق ٧س بعد الظهر

---

٥ – وقت الفجر = ك$_{١}$ – ٥٥,٥ق ٦س

= ١٢ق ٥س صباحاً

---

٦ – وقت العصر = ك$_{١}$ + ١/١٥ جتا$^{-1}$ ((جا (ظتا$^{-1}$ (١+ظا (ض–م))) – جام. جا ض) / (جتا م . جتا ض))

= ك$_{١}$ + ١/١٥ جتا$^{-1}$ ((جا (ظتا$^{-1}$ (١+ظا (٢٤,٦°+١٣,٦°))) + جا ١٣,٦° × جا ٢٤,٦°) / (جتا ١٣,٦° × جتا ٢٣,٦°))

= ٧,٥ق ١٢س + ١٣,٧ق ٣س

= ٢١ق ٣س بعد الظهر



ملاحظات

١ – إن حساب كل من وقت المغرب والشروق ، قد حُسب على أساس وصول مركز قرص الشمس إلى دائرة الأفق ، وسبق أن علمنا أن نصف قطر الشمس يستغرق من دقيقة إلى ثلاثة دقائق تقريباً لإتمام هبوطه تحت الأفق ، ولذلك جرت العادة في بعض النتائج عند حساب هذين الوقتين إلى إضافة خمس دقائق عند حساب وقت المغرب ، وطرح خمس دقائق من حساب وقت الشروق ، ويُعتبر ذلك للتمكين للوقت.

٢ – عند حساب كل من وقت الفجر والشفق ، نأخذ الثابت ك يساوي (جا–١٨°) ، ولكن المعتاد في حساب النتائج المصرية ، إعتبار أن ك = (جا–١٧,٥°) لحساب وقت الشفق ، وأن ك = (جا–١٩°) عند حساب وقت الفجر ، ويلاحظ أن كلا من هذين الوقتين ليس ثابتاً على مدار السنة ، ولكنه يطول ويقصر بين الصيف والشتاء ، وأما الحساب السعودي فإنه يعتبر هذين الوقتين ثابتين ، وأن وقت الفجر =

١س ٢٥ق ، بينما وقت الشفق = ١س ٣٠ق ، ويزداد وقت الشفق في خلال شهر رمضان إلى ساعتين ، وهذا خلاف للواقع الفلكي .

■ وفيما يلي نجد في الصحيفة التالية معادلة الزمن مدونة في صورة جدول لكل تَغيّر مقداره دقيقة واحدة مع أيام السنة المقابلة لذلك .

■ وأما في الصحيفتين اللتين بعدها نجد جدولاً لبيان مقدار الميل الاستوائي للشمس مع إشارته الجبرية لكل تغير قدره نصف درجة ، مع أيام السنة المقابلة لذلك .





معادلة الزمن = مز = الوقت المتوسط ـ الوقت الحقيقي

اليوم	مز دقائق	اليوم	مز دقائق	اليوم	مز دقائق	اليوم	مز دقائق
١ يناير	+ ٣	٥ ابريل	+ ٣	٣٠ اغسطس	+ ١	٢ ديسمبر	- ١١
٣ "	+ ٤	٩ "	+ ٢	٢ سبتمبر	صفر	٥ "	- ١٠
٥ "	+ ٥	١٢ "	+ ١	٥ "	- ١	٧ "	- ٩
٧ "	+ ٦	١٦ "	صفر	٨ "	- ٢	٩ "	- ٨
١٠ "	+ ٧	٢١ "	- ١	١١ "	- ٣	١١ "	- ٧
١٢ "	+ ٨	٢٦ "	- ٢	١٤ "	- ٤	١٤ "	- ٦
١٥ "	+ ٩	٣ مايو	- ٣	١٧ "	- ٥	١٦ "	- ٥
١٨ "	+ ١٠	١٥ "	- ٣,٧	٢٠ "	- ٦	١٨ "	- ٤
٢١ "	+ ١١	٢٧ "	- ٣	٢٢ "	- ٧	٢٠ "	- ٣
٢٤ "	+ ١٢	٤ يونيه	- ٢	٢٥ "	- ٨	٢٢ "	- ٢
٢٩ "	+ ١٣	٩ "	- ١	٢٨ "	- ٩	٢٤ "	- ١
٥ فبراير	+ ١٤	١٤ "	صفر	١ اكتوبر	- ١٠	٢٦ "	صفر
١٢ "	+ ١٤,٣	١٩ "	+ ١	٤ "	- ١١	٢٨ "	+ ١
١٩ "	+ ١٤	٢٤ "	+ ٢	٨ "	- ١٢	٣٠ "	+ ٢
٢٧ "	+ ١٣	٢٨ "	+ ٣	١١ "	- ١٣		
٤ مارس	+ ١٢	٣ يوليه	+ ٤	١٥ "	- ١٤		
٩ "	+ ١١	٩ "	+ ٥	٢٠ "	- ١٥		
١٢ "	+ ١٠	١٨ "	+ ٦	٢٧ "	- ١٦		
١٦ "	+ ٩	٢٧ "	+ ٦,٤	٤ نوفمبر	- ١٦,٤		
٢٠ "	+ ٨	٥ اغسطس	+ ٦	١٢ "	- ١٦		
٢٣ "	+ ٧	١٣ "	+ ٥	١٨ "	- ١٥		
٢٦ "	+ ٦	١٨ "	+ ٤	٢٢ "	- ١٤		
٣٠ "	+ ٥	٢٢ "	+ ٣	٢٦ "	- ١٣		
٢ ابريل	+ ٤	٢٦ "	+ ٢	٢٩ "	- ١٢		

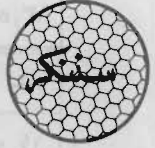
جدول الميل الاستوائي للشمس = م

اليوم	م	اليوم	م	اليوم	م	اليوم	م
٢ يناير	- ٢٣°	٢١ فبراير	- ١١	٢٤ مارس	+ ١	٢٥ ابريل	+ ١٣
٧ ″	- ٢٢,٥	٢٢ ″	- ١٠,٥	٢٥ ″	+ ١,٥	٢٧ ″	+ ١٣,٥
١١ ″	- ٢٢	٢٣ ″	- ١٠	٢٦ ″	+ ٢	٢٨ ″	+ ١٤
١٤ ″	- ٢١,٥	٢٥ ″	- ٩,٥	٢٨ ″	+ ٢,٥	٣٠ ″	+ ١٤,٥
١٧ ″	- ٢١	٢٦ ″	- ٩	٢٩ ″	+ ٣	٢ مايو	+ ١٥
١٩ ″	- ٢٠,٥	٢٨ ″	- ٨,٥	٣٠ ″	+ ٣,٥	٣ ″	+ ١٥,٥
٢١ ″	- ٢٠	١ مارس	- ٨	١ ابريل	+ ٤	٥ ″	+ ١٦
٢٤ ″	- ١٩,٥	٢ ″	- ٧,٥	٢ ″	+ ٤,٥	٧ ″	+ ١٦,٥
٢٦ ″	- ١٩	٣ ″	- ٧	٣ ″	+ ٥	٩ ″	+ ١٧
٢٨ ″	- ١٨,٥	٥ ″	- ٦,٥	٤ ″	+ ٥,٥	١٠ ″	+ ١٧,٥
٣٠ ″	- ١٨	٦ ″	- ٦	٦ ″	+ ٦	١٢ ″	+ ١٨
١ فبراير	- ١٧,٥	٧ ″	- ٥,٥	٧ ″	+ ٦,٥	١٤ ″	+ ١٨,٥
٢ ″	- ١٧	٩ ″	- ٥	٨ ″	+ ٧	١٧ ″	+ ١٩
٤ ″	- ١٦,٥	١٠ ″	- ٤,٥	١٠ ″	+ ٧,٥	١٩ ″	+ ١٩,٥
٦ ″	- ١٦	١١ ″	- ٤	١١ ″	+ ٨	٢١ ″	+ ٢٠
٧ ″	- ١٥,٥	١٢ ″	- ٣,٥	١٢ ″	+ ٨,٥	٢٤ ″	+ ٢٠,٥
٩ ″	- ١٥	١٤ ″	- ٣	١٤ ″	+ ٩	٢٦ ″	+ ٢١
١٠ ″	- ١٤,٥	١٥ ″	- ٢,٥	١٥ ″	+ ٩,٥	٢٩ ″	+ ٢١,٥
١٢ ″	- ١٤	١٦ ″	- ٢	١٧ ″	+ ١٠	٢ يونيه	+ ٢٢
١٤ ″	- ١٣,٥	١٨ ″	- ١,٥	١٨ ″	+ ١٠,٥	٦ ″	+ ٢٢,٥
١٥ ″	- ١٣	١٩ ″	- ١	١٩ ″	+ ١١	١١ ″	+ ٢٣
١٦ ″	- ١٢,٥	٢٠ ″	- ٠,٥	٢١ ″	+ ١١,٥	٢٢ ″	+ ٢٣,٥
١٨ ″	- ١٢	٢١ ″	صفر	٢٢ ″	+ ١٢	٣ يوليه	+ ٢٣
١٩ ″	- ١١,٥	٢٣ ″	+ ٠,٥	٢٤ ″	+ ١٢,٥	٩ ″	+ ٢٢,٥

الميل الاستوائي للشمس = م

اليوم	م	اليوم	م	اليوم	م	اليوم	٠ م
٣ يوليه	+ ٢٣	٢٥ أغسطس	+ ١١	٢٦ سبتمبر	- ١	٢٩ أكتوبر	- ١٣
٩ ″	+ ٢٢,٥	٢٧ ″	+ ١٠,٥	٢٨ ″	- ١,٥	٣٠ ″	- ١٣,٥
١٣ ″	+ ٢٢	٢٨ ″	+ ١٠	٢٩ ″	- ٢	١ نوفمبر	- ١٤
١٦ ″	+ ٢١,٥	٣٠ ″	+ ٩,٥	٣٠ ″	- ٢,٥	٢ ″	- ١٤,٥
١٩ ″	+ ٢١	٣١ ″	+ ٩	٢ أكتوبر	- ٣	٤ ″	- ١٥
٢٢ ″	+ ٢٠,٥	١ سبتمبر	+ ٨,٥	٣ ″	- ٣,٥	٥ ″	- ١٥,٥
٢٤ ″	+ ٢٠	٣ ″	+ ٨	٤ ″	- ٤	٧ ″	- ١٦
٢٧ ″	+ ١٩,٥	٤ ″	+ ٧,٥	٥ ″	- ٤,٥	٩ ″	- ١٦,٥
٢٩ ″	+ ١٩	٥ ″	+ ٧	٧ ″	- ٥	١٠ ″	- ١٧
٣١ ″	+ ١٨,٥	٧ ″	+ ٦,٥	٨ ″	- ٥,٥	١٢ ″	- ١٧,٥
٢ أغسطس	+ ١٨	٨ ″	+ ٦	٩ ″	- ٦	١٤ ″	- ١٨
٤ ″	+ ١٧,٥	٩ ″	+ ٥,٥	١١ ″	- ٦,٥	١٦ ″	- ١٨,٥
٦ ″	+ ١٧	١١ ″	+ ٥	١٢ ″	- ٧	١٨ ″	- ١٩
٨ ″	+ ١٦,٥	١٢	+ ٤,٥	١٣ ″	- ٧,٥	٢٠ ″	- ١٩,٥
٩ ″	+ ١٦	١٣ ″	+ ٤	١٥	- ٨	٢٢ ″	- ٢٠
١١ ″	+ ١٥,٥	١٥ ″	+ ٣,٥	١٦ ″	- ٨,٥	٢٥ ″	- ٢٠,٥
١٣ ″	+ ١٥	١٦ ″	+ ٣	١٧	- ٩	٢٧ ″	- ٢١
١٥ ″	+ ١٤,٥	١٧ ″	+ ٢,٥	١٩ ″	- ٩,٥	٣٠ ″	- ٢١,٥
١٦ ″	+ ١٤	١٩ ″	+ ٢	٢٠	- ١٠	٣ ديسمبر	- ٢٢
١٨ ″	+ ١٣,٥	٢٠ ″	+ ١,٥	٢١ ″	- ١٠,٥	٧ ″	- ٢٢,٥
١٩ ″	+ ١٣	٢١ ″	+ ١	٢٣	- ١١	١٢ ″	- ٢٣
٢١ ″	+ ١٢,٥	٢٢ ″	+ ٠,٥	٢٤ ″	- ١١,٥	٢٣ ″	- ٢٣,٥
٢٢ ″	+ ١٢	٢٣ ″	صفر	٢٦ ″	- ١٢	٢ يناير	- ٢٣
٢٤ ″	+ ١١,٥	٢٥ ″	- ٠,٥	٢٧ ″	- ١٢,٥	٧ ″	- ٢٢,٥

استعمال الحاسب الالكتروني 45 (H.P.)
في حل المعادلات المذكوره



فيما يلي في هذا الباب البرنامج المقترح لحل كل من المعادلات الخاصة بحساب مواقيت الصلاة السابق ذكرها ، وذلك بإستعمال الحاسب الألكتروني ((HP . 45)) ، تبعاً لإمكانيات هذا الجهاز ، وتمشياً مع التصميم الخاص به ، ولسهولة تتبع البرنامج سنأخذ المثال السابق ذكره عند حساب مواقيت الصلاة في يوم ١٣ فبراير في مدينة الرياض .

١ ـ خط طول الرياض = ٤٦,٧° درجة شرقاً
٢ ـ خط عرض الرياض = ٢٤,٦° درجة شمالاً
٣ ـ الميل الاستوائي للشمس = ـ ١٣,٦° درجة
٤ ـ معادلة الزمن = مز = + ١٤,٣ دقيقة = ٠,٢٣٨٣ ساعة

∴ فط = ـ ٦,٨ دقيقة = ـ٠,١١٣٣ ساعة .



اولا ـ وقت الظهر

نتبع البرنامج كما يلي :

Program		Display
Press	12	12.0
(Enter)		12.00
Press	0.2383	0.2383
(+)		12.2383
Press	0.1133	0.1133
(—)		12.1250

أي أن وقت الظهر = ١٢,١٢٥ ساعة
= ١٢س ٧,٥ق

سنعيد كتابة المعادلات السابقة بالانجليزية تمشياً مع البيانات المدونة على الجهاز الحاسب الالكتروني ، حتى يسهل متابعة البرنامج المقترح مع ما هو مُدوّن على هذا الجهاز من إصطلاحات .



ثانيًا ـ وقت المغرب

$$T = C_1 + \frac{1}{15} \cos^{-1} (-\tan D \times \tan \Phi)$$

$$= C_1 + C_2$$

حيث أن الميل الاستوائي للشمس = م = D

وخط عرض المكان = ض = Φ

والزمن = ت = T

وقت الظهر = (١٢+مز+فط) = C_1

$$\therefore T = 12.125 + \frac{1}{15} \cos^{-1} (\tan °13.6 \times \tan °24.6)$$

Program		Display
Press	13.6	13.6
(Tan)		0.2419
Press	24.6	24.6
(Tan)		0.4578
(x)		0.1108
($\cos^{-1}$)		83.6407
Press	15	15.0
(÷)		5.5760 = C_2
Press	12.125	12.125 = C_1
(+)		17.7010

وبعد حذف ١٢ ساعة يصير وقت المغرب المحسوب = ٥,٧ ساعة

أي يساوي = ٤٢ق ٥س بعد الظهر

ثالثاً ـ وقت الشروق

$$T = C_1 - C_2 = 12.125 - 5.576$$

Program		Display
Press	12.125	12.125
(Enter)		12.125
Press	5.576	5.576
(—)		6.549

أي أن وقت الشروق = ٦,٥٥ ساعة
= ٣٣ق ٦س صباحاً

× × ×

رابعاً ـ وقت العشاء

$$T = C_1 + \frac{1}{15} \cos^{-1} \frac{C - \sin D \times \sin \Phi}{\cos D \times \cos \Phi}$$

$$= C_1 + C_3$$

$$T = 12.125 + \frac{1}{15} \cos^{-1} \frac{- \sin 18^\circ + \sin 13^\circ.6 \times \sin 24^\circ.6}{\cos 13^\circ.6 \times \cos 24^\circ.6}$$

Program	Display
Press 13.6	13.6
(Sin)	0.2351
Press 24.6	24.6
(Sin)	0.4163
(×)	0.0979
Press 18	18.0

(Sin)	0.3090
(—)	—2.111
Press 13.6	13.6
(Cos)	0.9720
(÷)	—0.2172
Press 24.6	24.6
(Cos)	0.9092
(÷)	—0.2389
(Cos $-^1$)	103.8220
Press 15	15.0
(÷)	6.9215 = C_3
Press 12.125	12.125
(+)	19.0465

وبعد حذف ١٢ ساعة يصير وقت العشاء المحسوب = ٧,٠٥ ساعة
أي يساوي = ٣ق　　٧س بعد الظهر

✖ ✖ ✖

خامسا - وقت الفجر

$$T = C_1 - C_3$$
$$= 12.125 - 6.9215$$

Program	Display
Press 12.125	12.125
(Enter)	12.125
Press 6.9215	6.9215
(—)	5.20

أي أن وقت الفجر = ٥,٢ ساعة
= ١٢ق　٥س صباحاً

✖ ✖ ✖

سادسا - وقت العصر

$$T = C + \frac{1}{15}\cos^{-1}\frac{\sin(\cot^{-1}(1+\tan(\Phi - D)) - \sin D \times \sin\Phi}{\cos D \times \cos\phi}$$

$$\therefore\ T = 12.125 + \frac{1}{15}\cos^{-1}\frac{\sin(\cot^{-1}(1+\tan(24°.6+13°.6))) + \sin 13°.6 \times \sin 24°.6}{\cos 13°.6 \times \cos 24.°6}$$

Program	Display
Press 24.6	24.6
(Enter)	24.6
Press 13.6	13.6
(+)	38.2
(Tan)	0.7869
Press 1	1.0
(+)	1.7869
($\frac{1}{X}$)	0.5596
(Tan^{-1})	29.2323
(Sin)	0.4884
Press 13.6	13.6
(Sin)	0.2351
Press 24.6	24.6
(Sin)	0.4163
(×)	0.0979
(+)	0.5862
Press 13.6	13.5
(Cos)	0.9720
(÷)	0.6031
Press 24.6	24.6
(Cos)	0.9092
(÷)	0.6634
(Cos^{-1})	48.4436
Press 15	15.0
(÷)	3.2296
Press 12.125	12.125
(+)	15.3546

وبعد حذف ١٢ ساعة يصير وقت العصر المحسوب = ٣،٣٥ ساعة
أي يساوي = ٢١ق ٣س بعد الظهر .

ملاحظة

البرامج التي ذكرت سابقاً لحساب مواقيت الصلاة مرتبطة بالجهاز الحاسب (H P.45) ، وهذا الجهاز يمكنه إجراء العمليات الرياضية في جميع صورها ، كما هو مبين في البرامج المقترحة سابقاً ، ولكن الجهاز لا يستطيع تخزين برنامج معين ، ولذلك فإن هذا الباب لم يستكمل بحثه بعد ، وعندما نحصل على جهاز آخر يستطيع الاحتفاظ بالبرامج المسجلة عليه ، سنعيد البحث مرة أخرى على ضوء الجهاز الجديد ، ونضع برامج جديدة ثابتة نحتفظ بها على الجهاز ، ولا يخفى أنه في هذه الحالة يصير الحصول على مواقيت الصلاة يسيراً جداً ، حتى أنه يمكن للإنسان العادي المتوسط التعليم ، أن يقوم بإجراء هذه العمليات وتعيين مواقيت الصلاة[1] .

وإننا نرجو بعد ذلك عمل جهاز حاسب الكتروني خاص به مفاتيح لإعطاء مواقيت الصلاة بمجرد الضغط على المفتاح المكتوب عليه إسم الميقات ، والتصور العام لهذا الجهاز موجود عندنا .



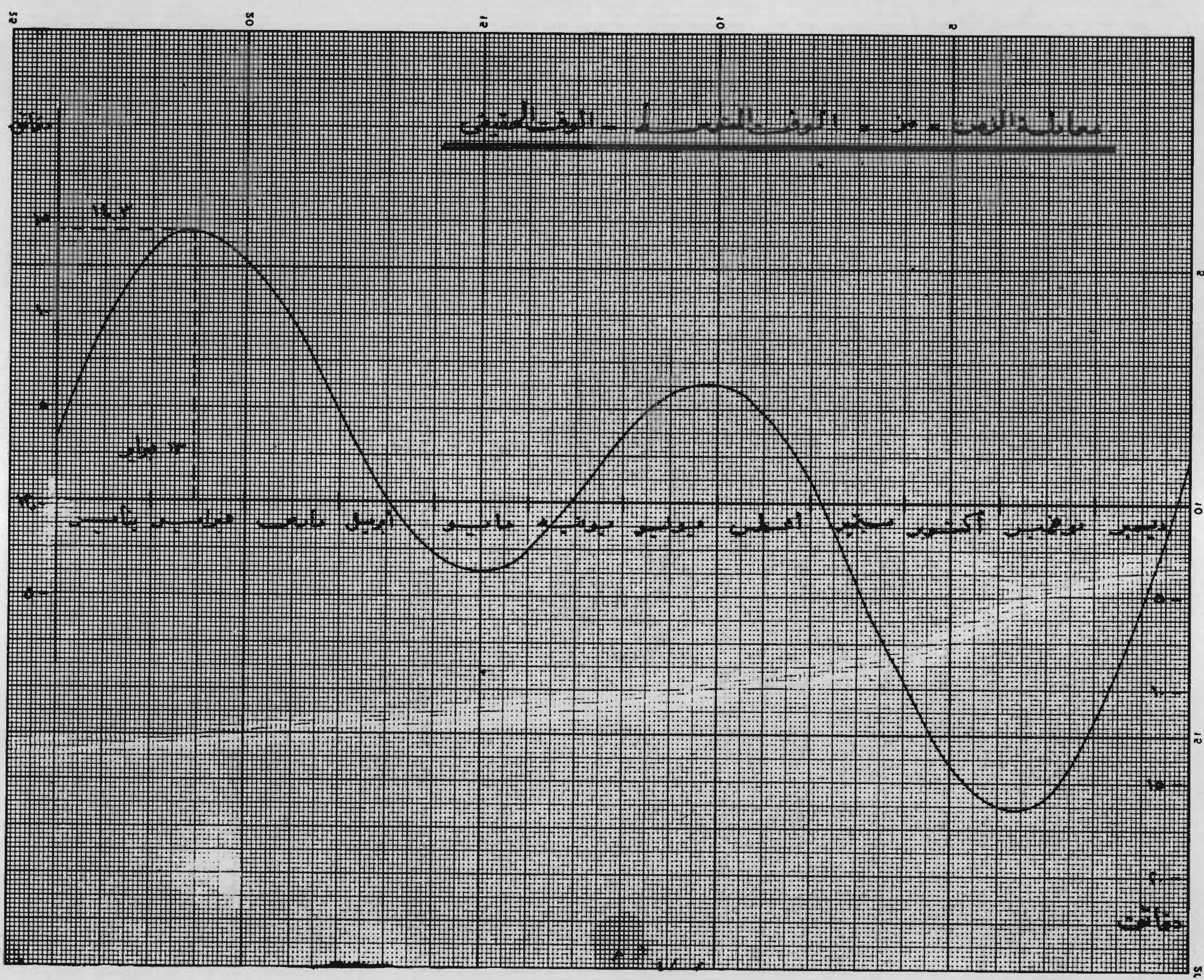
استعمال الرسم البياني لتعيين مواقيت الصلاة

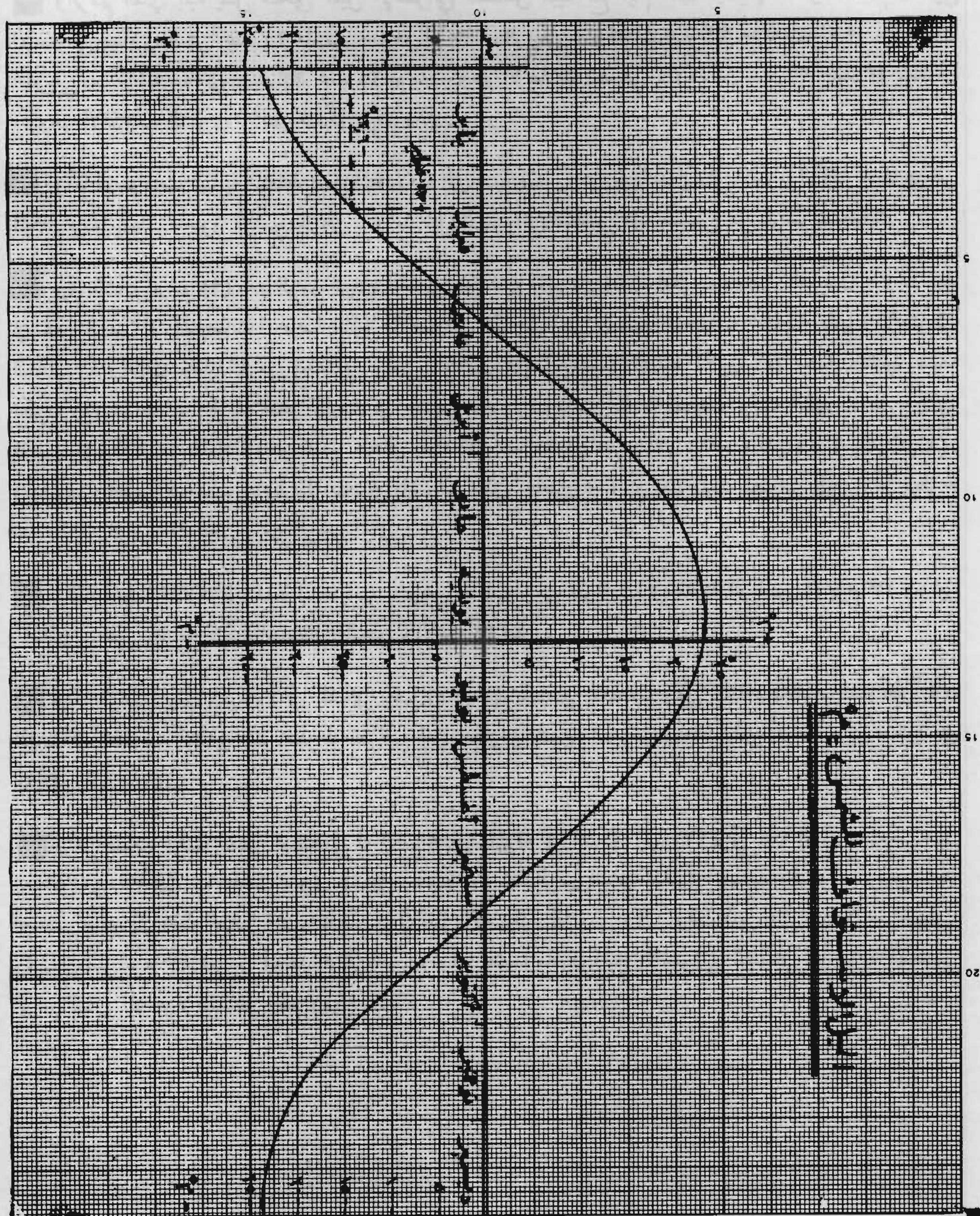
إن استعمال الرسم البياني في حل المعادلات الرياضية الخاصة ببيان مواقيت الصلاة ، يعطينا النتائج المطلوبة بطريقة أيسر وأسرع ، كما أنه يسهل على الشخص المتوسط التعليم استعمالها ، ولكن هذه النتائج في نفس الوقت تكون أقل في الدقة من الحساب الرياضي ، ونظراً لأن الحصول على مواقيت الصلاة يكون مُقرَّباً إلى أقرب دقيقة ، وأنه من المستحسن كذلك تمكين وقت الصلاة بمقدار خمس دقائق ، لذلك نرى أنه لا مانع إطلاقاً من إستعمال المنحنيات البيانية في تعيين هذه المواقيت .

وفي هذا الباب سنبين مجموعة من الرسومات البيانية ونشرح طريقة إستعمالها ، وفي الصحيفة التالية نجد منحنى معادلة الزمن مرسوماً مع أيام السنة على أساس أن الساعة ١٢ تمثل الإحداثي الأفقي في هذا المنحنى ويلاحظ أن أكبر مقدار لمعادلة الزمن = + ١٤,٣ دقيقة ، وأن أقل مقدار له يساوي -١٦,٤ دقيقة ، ولقد ظهر على الرسم بيان معادلة الزمن في يوم ١٣ فبراير ومقداره +١٤,٣ دقيقة ، أنظر الشكل رقم (٧) .

---

(١) بعد نشر هذا البحث أمكن الحصول على الحاسب (H.P 65) ، وعمل برنامج جديد يشمل جميع مواقيت الصلاة ، وتم تسجيله على شريحة الجهاز الممغنطة ، وأصبح من اليسير جداً تعيين مواقيت الصلاة لأي مكان على سطح الكرة الأرضية بدون أي عناء .


معادلة الزمن = ع ز = الوقت الشمسي ـ الوقت الحقيقي
دقائق
١٤.٣
١٣ فبراير
يناير
فبراير
مارس
ابريل
مايو
يونيه
يوليه
اغسطس
سبتمبر
أكتوبر
نوفمبر
ديسمبر
دقائق



■ والرسم الذي يليه يمثل منحنى الميل الإستوائي للشمس مبيناً مع أيام السنة جميعها ، ونلاحظ أن الميل الإستوائي يساوي صفراً عند ٢١ مارس ـ وهو الإعتدال الربيعي ، وكذلك عند ٢٢ سبتمبر ـ وهو الإعتدال الخريفي ، كما أنه يساوي + ٢٣,٥° عند ٢١ يونية ـ وهو الانقلاب الصيفي ، وكذلك ـ٢٣,٥° عند ٢٣ ديسمبر ـ وهو الانقلاب الشتوي . أنظر الشكل رقم (٨) .

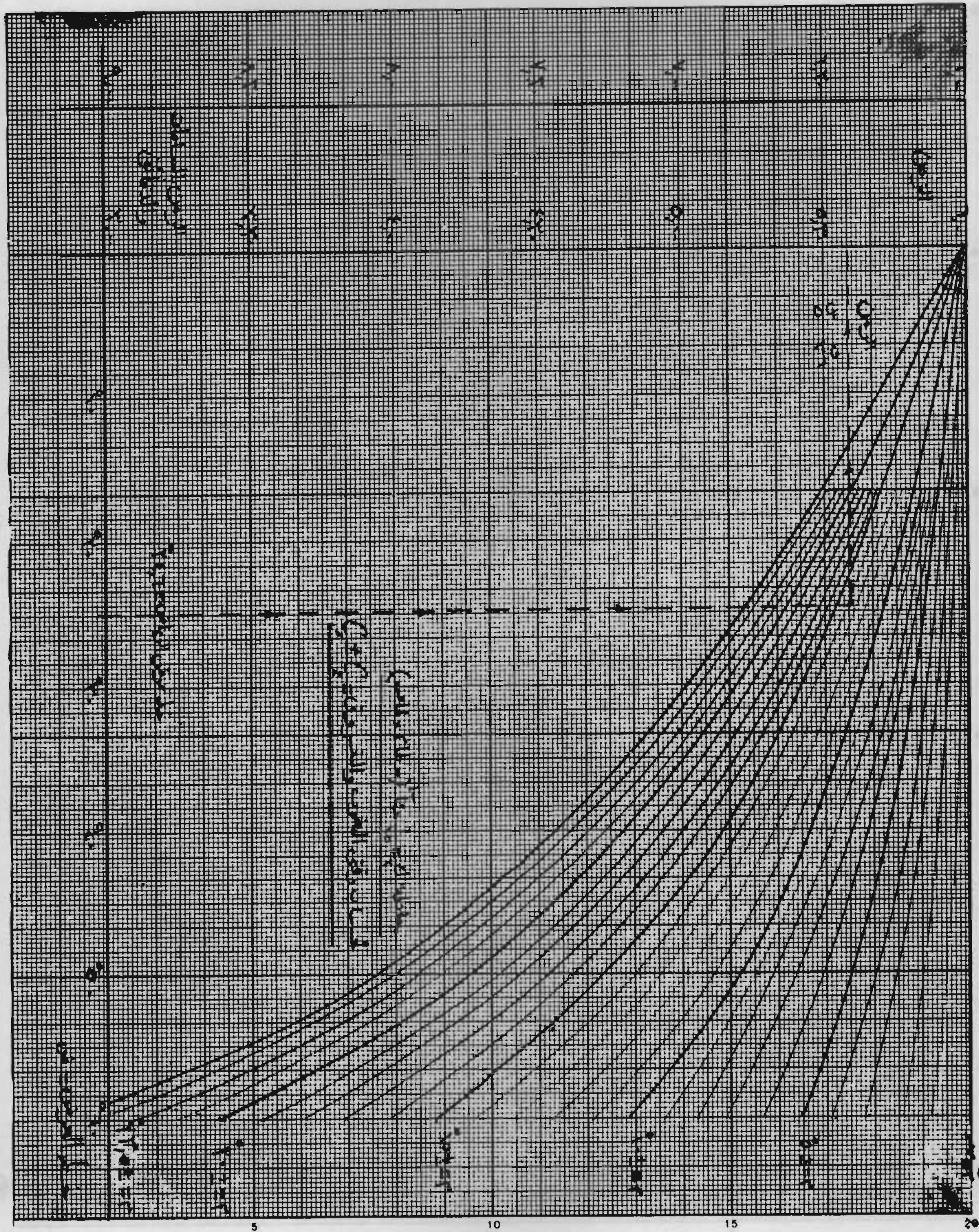
■ وأما الرسومات البيانية المتعلقة بحل المعادلات الرياضية فقد رُوعي فيها أن يُمثل المحور الأفقي خط عرض المكان بينما يُمثل المحور الرأسي الزمن ، وأما الميل الإستوائي للشمس فإنه مُبَيَّن على الرسم بمنحنيات .

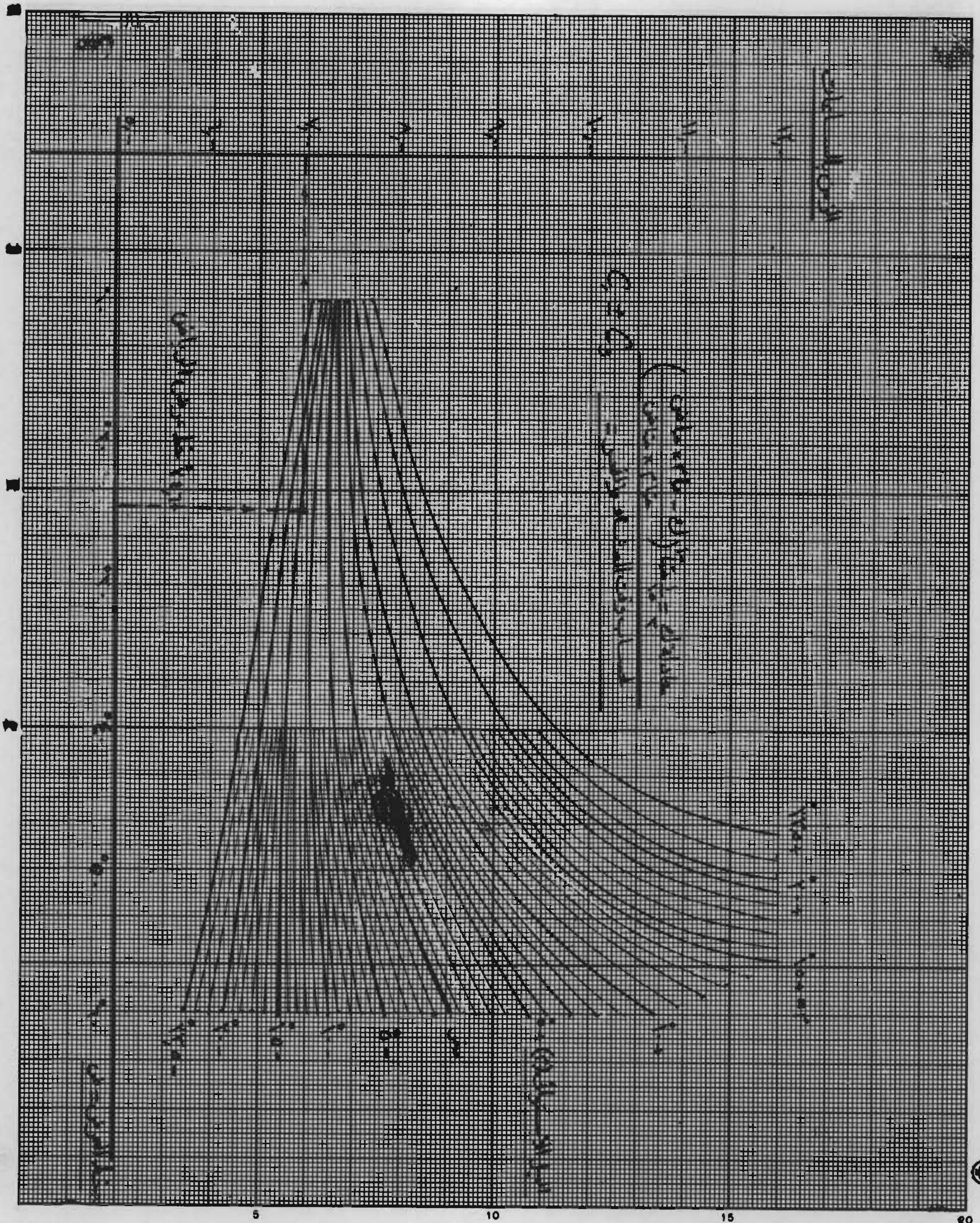
■ وفي الشكل رقم (٩) نجد الرسم البياني الخاص بحساب كل من وقت المغرب ووقت الشروق ، ونلاحظ في هذا الرسم أن المنحنيات الخاصة بالميل الإستوائي الموجب هي نفسها المنحنيات الخاصة بالميل الإستوائي السالب ، ولذلك جعلنا للزمن إحداثين رأسيين الأول منهما يستعمل عندما تكون (م) سالبة والثاني عندما تكون (م) موجبة ، كما نلاحظ كذلك في جميع هذه الرسومات أننا لا نضيف وقت الظهر ، بل نكتفي فقط بالجزء الثاني من المعادلة وهو المُعبر عنه في المعادلات السابقة بالمقادير (ك٢ ، ك٣ ، ك٤) أو ($C_2C_3C_4$). وأما وقت الظهر فيحسب عادياً ولا يحتاج إلى رسم بياني خاص به ، ثم بعد ذلك يُضاف إليه ، أو يُطرح منه المقدار الزمني المستخرج من الرسم البياني .

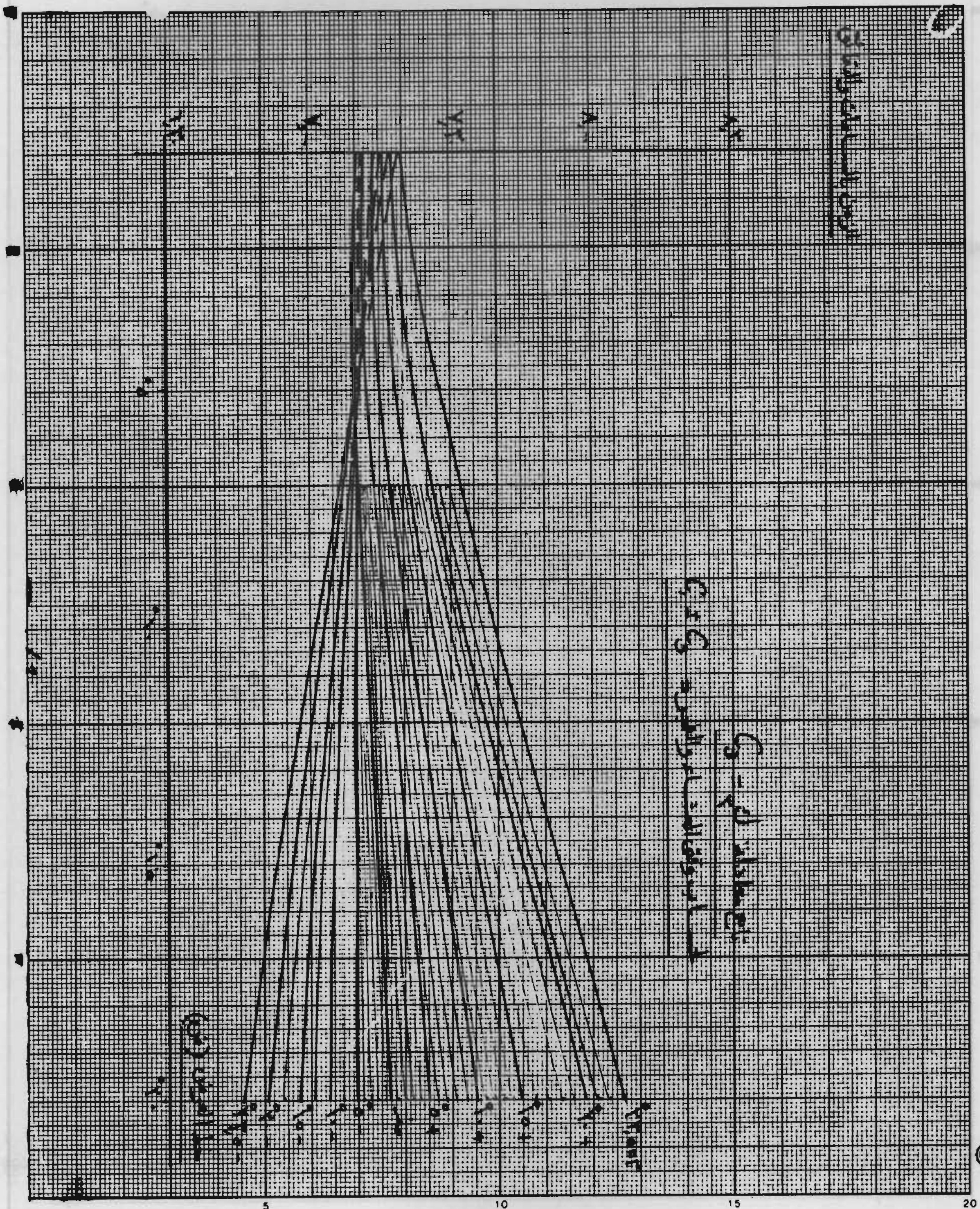
■ ولقد أخذنا مثالاً على هذه المنحنيات ، وهو حساب زمن المواقيت في مدينة الرياض في يوم ١٣ فبراير كذلك ، حتى يتضح كيفية إستعمال المنحنى والإستفادة منه .

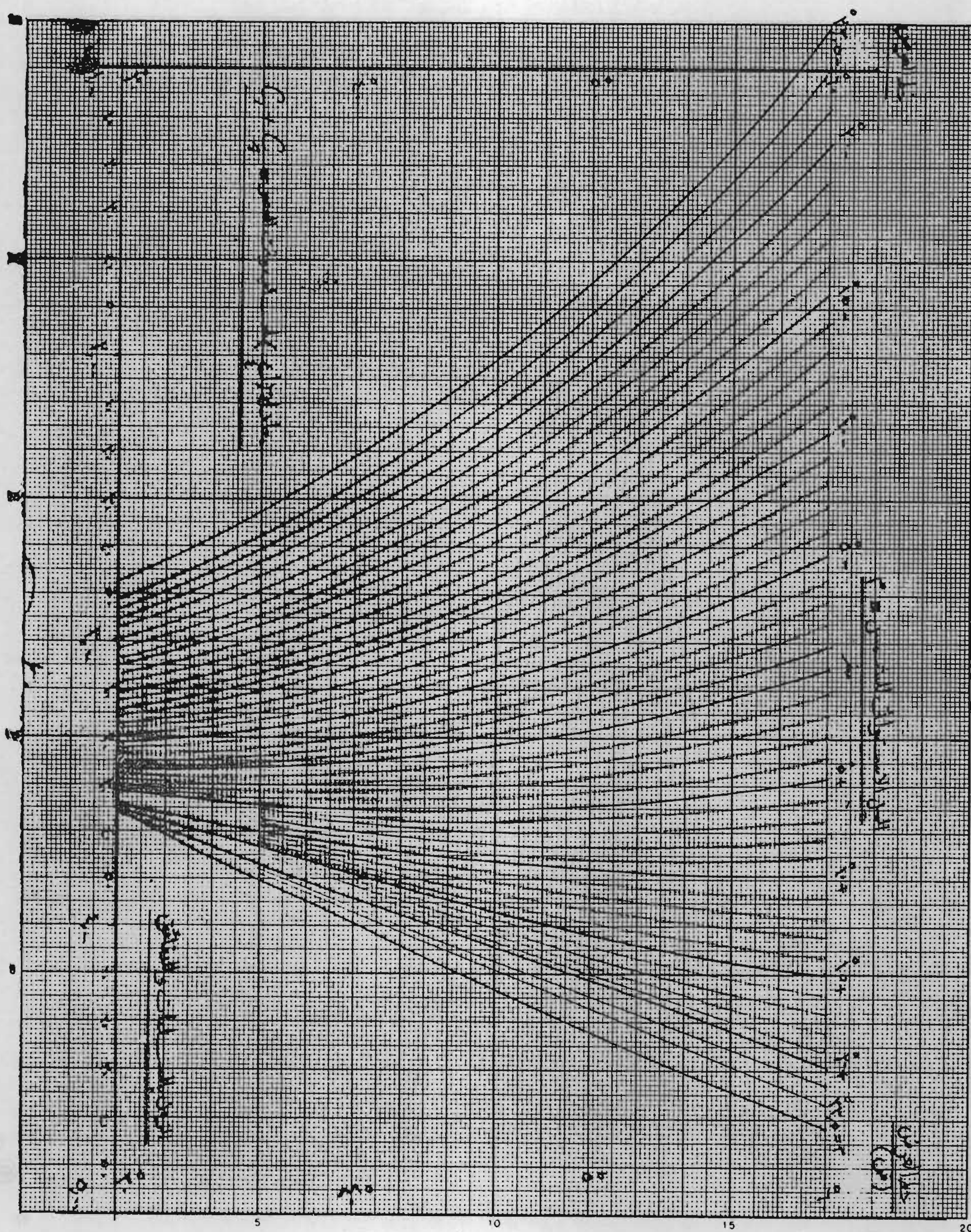
■ وأما الرسم البياني الموجود في الشكل رقم (١٠) فهو خاص بحساب وقتي العشاء والفجر ، ونظراً لأن المنحنيات تتقارب كثيراً عند خطوط العرض بين صفر وعشرين ، رسمنا هذا الجزء مرة أخرى مكبراً في الشكل رقم (١١) .

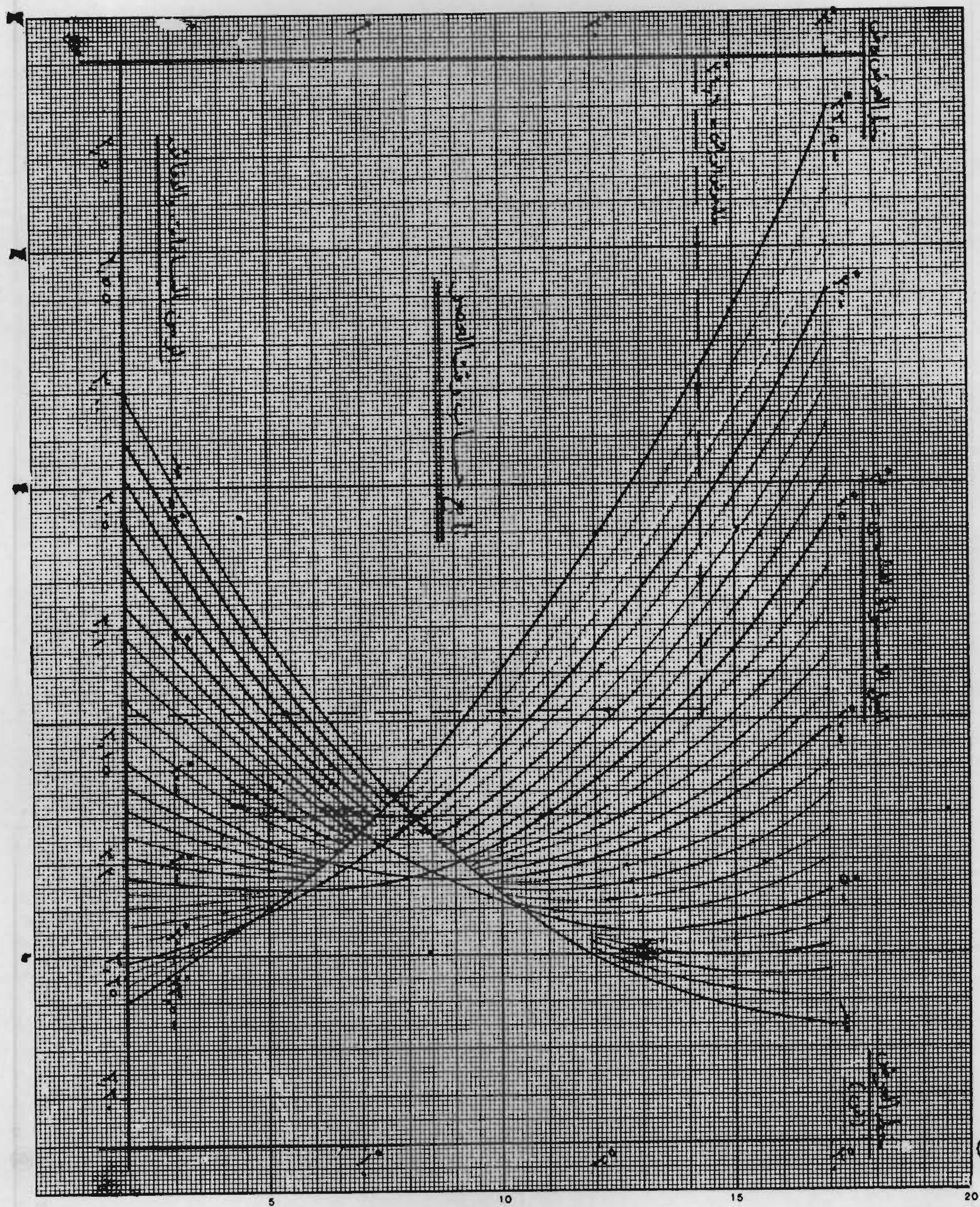
■ وأما حساب وقت العصر فيستعمل له الرسم البياني ، الموقع في الشكل رقم (١٢) وفي هذا الرسم استعمل خط العرض من ٣٠° إلى ٦٠° فقط ، وفي الشكل رقم (١٣) نجد الرسم البياني المكمل لحساب وقت العصر من خط العرض صفر إلى خط العرض ٣٠° ، عندما يكون الميل الإستوائي للشمس سالباً ، ولقد ظهر على هذا الرسم حساب وقت العصر يوم ١٣ فبراير في مدينة الرياض ، وأما عندما يكون الميل الاستوائي للشمس موجباً ، فنستعمل الرسم البياني الموجود بالشكل رقم (١٤) .

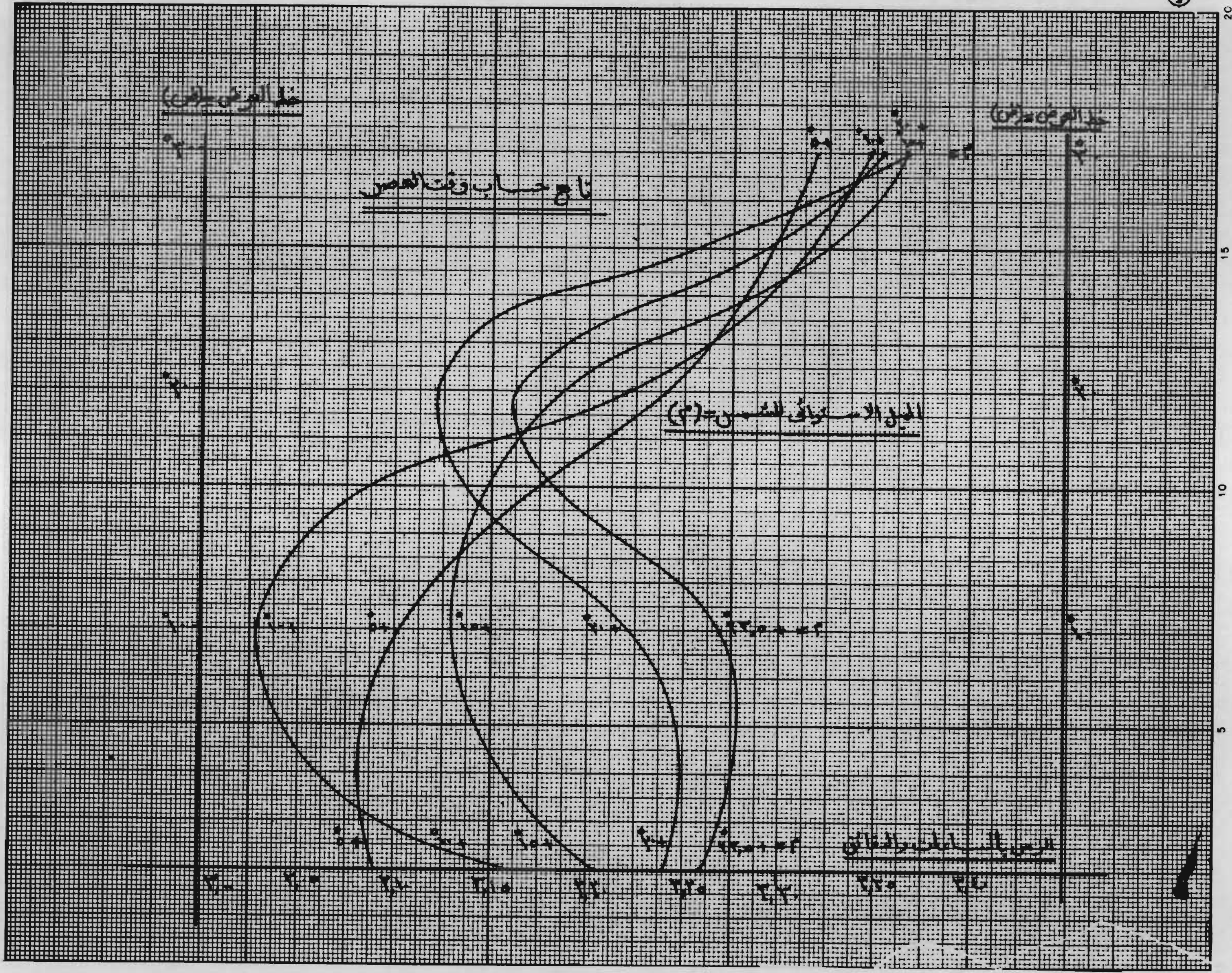

5
10
15

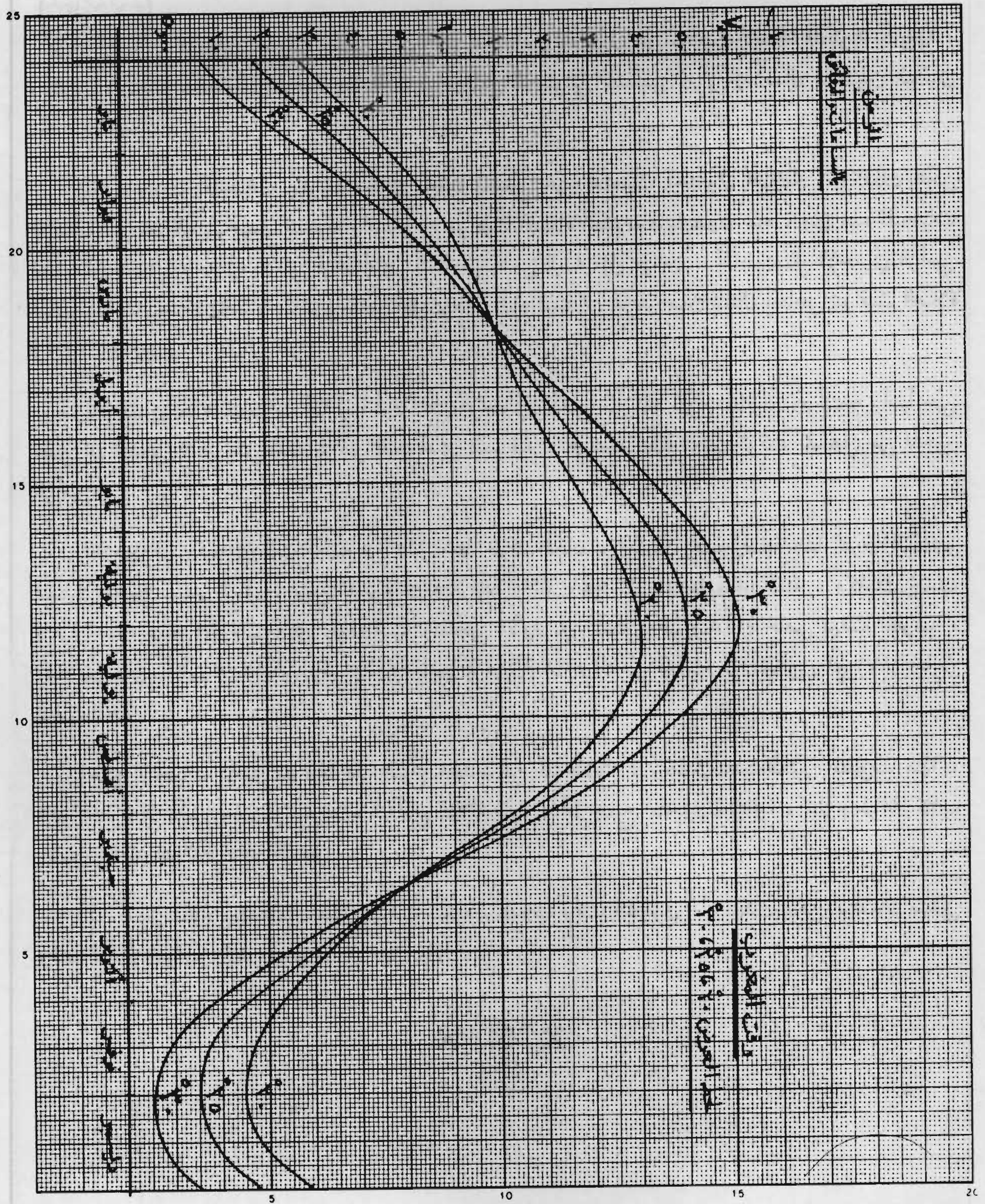

5
10
15
20

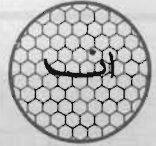

5
10
15
20


5
10
15
20


5
10
15
20


تابع حساب وقت العصر





المنحنيات البيانية السابق ذكرها ، تمكننا من الحصول على مواقيت الصلاة المطلوبة جميعها ، وذلك بالإستعانة بالجداول الخاصة بمعادلة الزمن والميل الاستوائي للشمس ، أو بإستعمال المنحنيين البيانيين الخاصين بهما .

ولقد رسمت المنحنيات بطريقة أخرى تجعلنا نستغني عن استعمال الجداول السابقة ، وكذلك يمكن للإنسان المتوسط التعليم فهمها بسهولة واستخراج مواقيت الصلاة المطلوبة منها بدون عناء ، وفي هذه المنحنيات الجديدة نستعمل الإحداثي الأفقي لبيان أشهر السنة مرتبة من اليسار إلى اليمين ، كما نستعمل الإحداثي الرأسي لبيان مواقيت الصلاة المطلوبة مباشرة مقابل كل يوم من أيام السنة ، كما هو مبين بالمثال الخاص بمواقيت الصلاة في يوم ١٣ فبراير بمدينة الرياض .

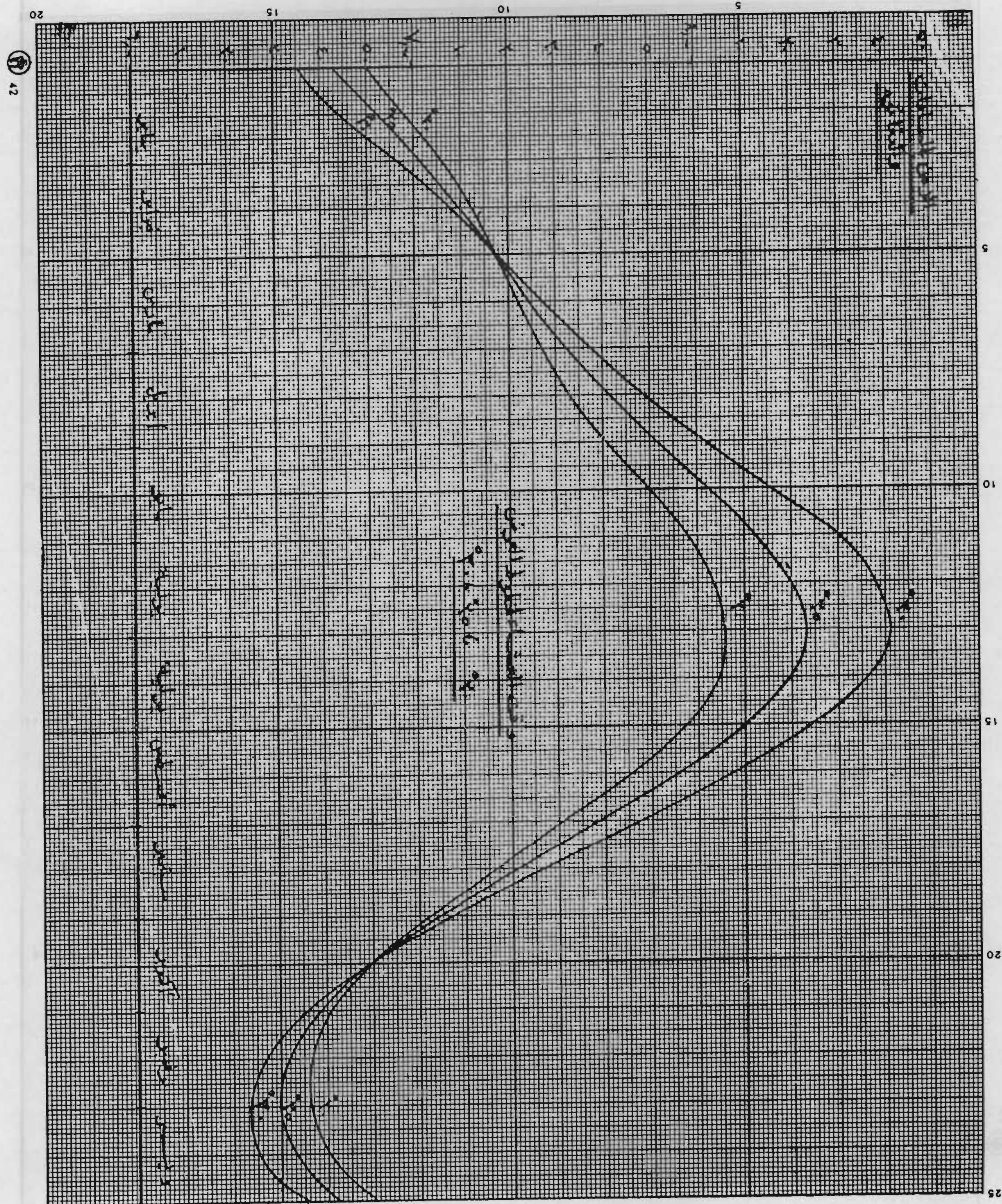
ونلاحظ في هذه المنحنيات أننا نبدأ أولاً على الإحداثي الأفقي من عند اليوم المطلوب ثم نتجه رأسياً حتى نصل إلى المنحنى الذي يمثل خط عرض البلد الذي نقيم فيه ، ثم نتجه أفقياً لتعيين الوقت المسجل على المحور الرأسي .

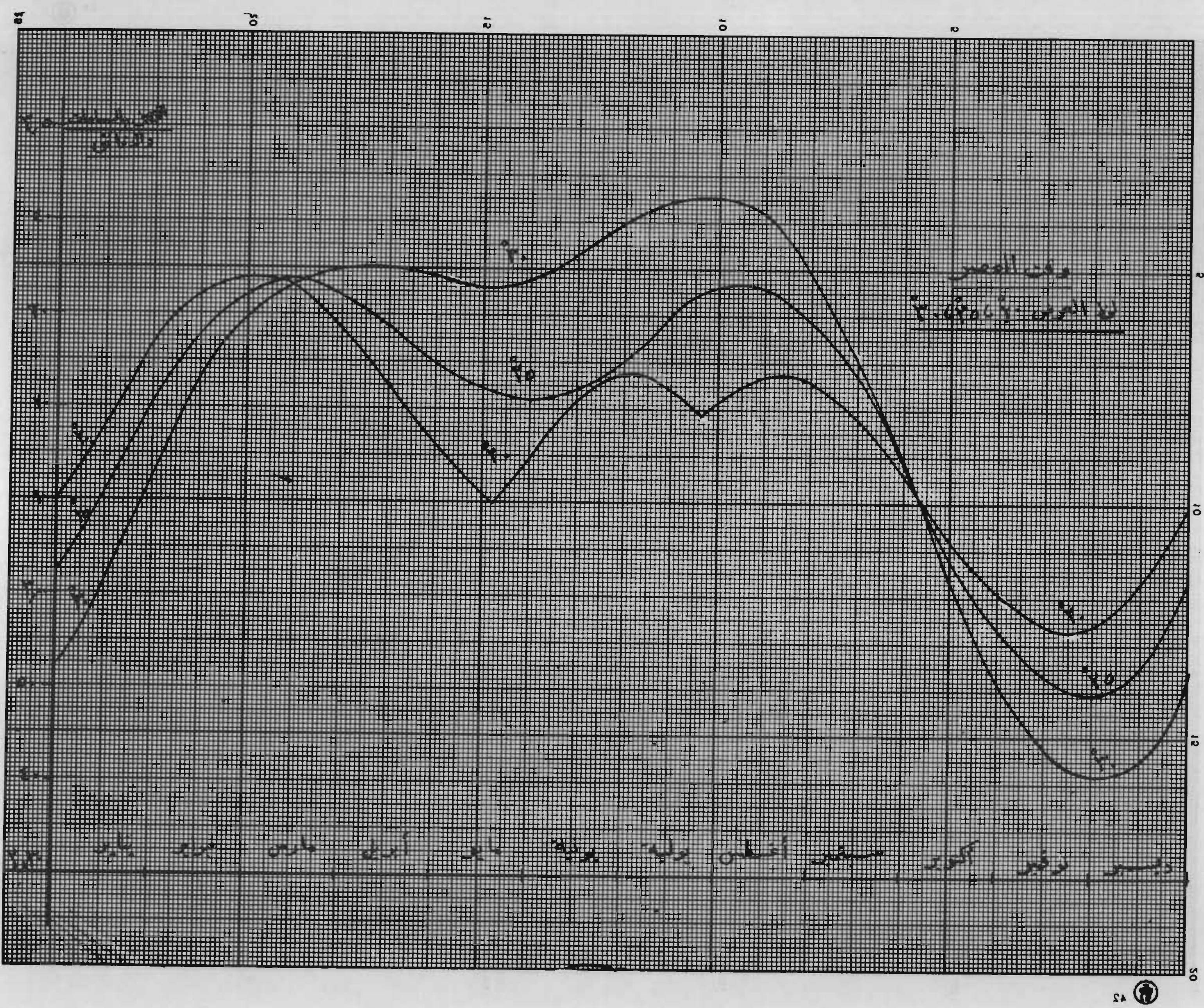
ونلاحظ أن هذه الأوقات خالية من تأثير خط طول المكان ، ولذلك يجب إضافة هذا الفرق للمقادير المستخرجة من الرسم البياني ، ومن المعلوم أن هذا المقدار ثابت في كل بلد علىمدار السنة ، وكذلك يحسب مرة واحدة لجميع الأوقات وعلى طول السنة والمنحنى الأول في الشكل رقم (١٥) خاص بوقت المغرب ، كما أن المنحنى الثاني في الشكل رقم (١٦) خاص بوقت العشاء والمنحنى الثالث في الشكل رقم (١٧) خاص بوقت العصر .

وهذه المنحنيات تُعتبر نموذجاً لهذا النوع الجديد من المنحنيات ، ونظراً للعدد الكثير المطلوب منها ، فإننا إكتفينا في هذا البحث بوضع هذه النماذج الثلاثة فقط ، أما جميع المنحنيات الباقية ، فيلزم طباعة كتاب خاص بها ، والله تعالى وليّ التوفيق .

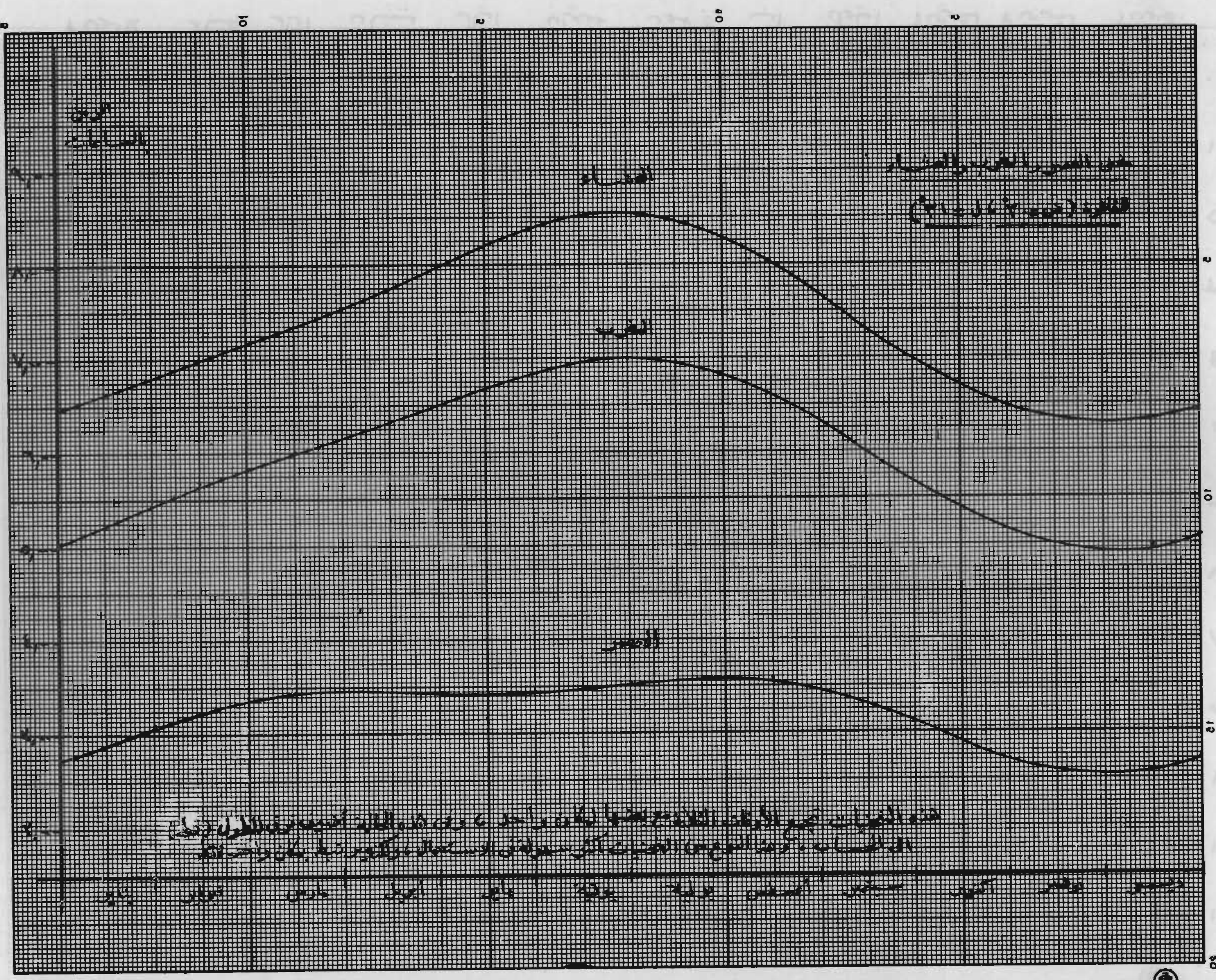
كما أنه من الممكن إستعمال منحنى وقت المغرب لحساب وقت الشروق ، وكذلك يمكن استعمال منحنى وقت العشاء لحساب وقت الفجر ، كما سبق بيانه .



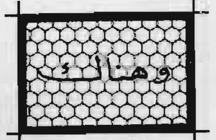




وقت العصر
لخط العرض ٢٠، ٢٥، ٣٠
٢٠
٢٥
٣٠
يناير
فبراير
مارس
أبريل
مايو
يونية
يولية
أغسطس
سبتمبر
أكتوبر
نوفمبر
ديسمبر


العشاء
المغرب
العصر
يناير
فبراير
مارس
ابريل
مايو
يونية
يولية
أغسطس
سبتمبر
أكتوبر
نوفمبر
ديسمبر





نوع آخر من المنحنيات يمكن إعتباره من الأنواع الخاصة ، وذلك أن المنحنيات الخاصة بمواقيت الصلاة في هذه الحالة تعطينا هذه المواقيت لبلد واحد فقط ، ولا تصلح لبلد غيره ، وفي هذه الحالة فإننا نُضيف فرق خط الطول إلى الحساب عند توقيع هذا النوع من المنحنيات ورسمها .

وهذا النوع يظهر في الشكل رقم (١٨) ، وهو سهل الاستعمال جـداً ، ولا يحتاج لأي علم خاص سوى معرفة الرسم البياني ، فنأخذ اليوم على الاحداثي الأفقي للمنحنى ، ثم نقرأ الزمن على الاحداثي الرأسي له . والرسم يمثل منحنيات مواقيت العصر والمغرب والعشاء على التوالي في مدينة القاهرة فقط .

والنوع الأخير الذي استعملناه من هذه المنحنيات ، هو نوع عام وسهل الاستعمال كذلك ، ولقد عُملت هذه المنحنيات لجميع سطح الكرة الأرضية ، ونُشرت في البحث رقم (ب ب-٢/٩٥) الخاص بتعيين مواقيت الصلاة الصادر عن مركز البحوث بكلية الهندسة في ربيع الثاني ١٣٩٥هـ .

ولقد استقل كل خط عرض بورقة واحدة من هذه الأوراق ، كما استقل كل وقت من المواقيت بمنحنى خاص به . وكذلك أدخلت معادلة الزمن في هذه المنحنيات بحيث أنه يتبقى فقط تعديل الزمن بمقدار فرق خط الطول الخاص بالبلد عن خط طول الوقت الاقليمي ، وهو مقدار ثابت لجميع المواقيت وجميع الأيام كما سبق بيانه ومقداره أربعة دقائق لكل خط طول ، أي أن هذه المنحنيات تعين الوقت المحلي وليس الوقت الاقليمي .

والأحداثي الأفقي لجميع المنحنيات يمثل أشهر السنة الأثني عشر ابتداء من شهر يناير في يسار الورقة إلى شهر ديسمبر عند يمين الورقة ، والأشهر مرقمة من ١ إلى ١٢ . أما الأحداثي الرأسي عند يسار الورقة فإنه يبين الزمن بعد الظهر ابتداء من الساعة ١٢ ظهراً عند أسفل الورقة إلى الساعة ١٢ مساء عند أعلاها . ويستعمل هذا الاحداثي لبيان مواقيت العصر والمغرب والعشاء .

وأما الاحداثي الرأسي الثاني عند يمين الورقة فإنه يبين الزمن قبل الظهر ابتداء من الساعة ١٢ في منتصف الليل عند أسفل الورقة إلى الساعة ١٢ ظهراً عند أعلاها ويستعمل هذا الأحداثي لبيان مواقيت الفجر والشروق فقط ، ومرسوم باللون الأحمر .



كيفية استعمال المنحنى لتعيين الوقت المطلوب

أولا عن الورقة الخاصة بخط عرض البلد المطلوب تعيين مواقيت الصلاة فيه وخطوط العرض هذه مأخوذة إلى أقرب درجة ، ولنفرض مثلاً أننا نريد معرفة مواقيت الصلاة في مدينة الرياض في اليوم الأول من جمادى الثاني عام ١٣٩٥ الموافق العاشر من يونيه (حزيران) عام ١٩٧٥ ، علماً بأن خط عرض الرياض يساوي ٢٤,٦ درجة شمالاً .

لذلك نبحث في الورقة الخاصة بخط عرض ٢٥ درجة عن يوم العاشر من يونيه ، ونرسم خطاً رأسياً يقطع جميع المنحنيات الخاصة بمواقيت الصلاة . وعند تقاطع هذا الخط الرأسي مع كل من منحنيات العشاء والمغرب والعصر نرسم خطوطاً أفقية تمتد إلى المحور الرأسي الأيسر الخاص بقراءة الزمن بعد الظهر ، وبذلك نحصل على الوقت المحلي لهذه المواقيت الثلاثة وهي على التوالي : ٢٢ق ٨س ، ٥٠ق ٦س ، ٢٢ق ٣س بعد الظهر ، كما هو مبين بالشكل رقم (١٩) الذي يعتبر نموذجاً لهذا النوع من المنحنيات ، ثم نرسم من نقطتي تقاطع الخط الرأسي السابق تعيينه مع كل من منحنى الشروق والفجر ، خطين أفقين إلى ناحية اليمين حتى يتقابلا مع المحور الرأسي الأيمن الخاص بتعيين الزمن قبل الظهر فنحصل على الوقت المحلي لكل من وقتي الشروق والفجر وهما في المثال السابق ١٢ق ٥س للشروق ٤٠ق ٣س للفجر .

ومما يجدر ذكره هنا أن جميع المواقيت الخمسة ، على مدى أيام السنة الشمسية ، كلها لخط عرض ٢٥ درجة شمالاً ، موجودة على هذه الورقة .

أما فيما يتعلق بوقت الظهر ، فإن المنحنى الخاص به رُسم في ورقة خاصة ، وذلك لأن هذا المنحنى لا يتغير مع اختلاف درجات خطوط العرض .

وبعد الحصول على الأوقات المحلية من هذه المنحنيات يمكن تحويلها إلى أوقات مدنية (إقليمية) بإضافة فرق خط الطول (فط) إليها . وفي المثال المذكور نجد أن خط طول مدينة الرياض ٤٦,٧ درجة شرقاً ، وأن أساس الوقت الاقليمي (المدني) للمملكة السعودية هو خط طول ٤٥ درجة شرقاً .

وعلى ذلك يكون الفرق الزمني المطلوب إضافته للحصول على الوقت الاقليمي من الوقت المحلي هو :

(٤٥–٤٦,٧) × ٤ = – ٦,٨ دقيقة .

وهذا المقدار يُضاف جبرياً مع إشارته ، لجميع المواقيت السابقة .

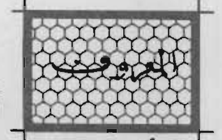
أي أنه بعد الإضافة تكون مواقيت الصلاة في يوم العاشر من يونيه في مدينة الرياض هي كالآتي :

	ق	س		ق	س
العشاء	١٥	٨	الظهر	٥٢	١١
المغرب	٤٣	٦	الشروق	٠٥	٥
العصر	١٥	٣	الفجر	٣٣	٣

ونسأل الله سبحانه وتعالى دوام التوفيق إلى ما فيه خير الأمة الاسلامية وصلاحها والحمدلله رب العالمين .



تحويل { الوقت الزوالى / وقت غروبى



أن الوقت الزوالي هو الوقت الذي يبدأ من زوال الشمس عند أي مكان ما ، وفي هذه اللحظة تقرأ الساعة ١٢,٠٠ تماماً وقتاً حقيقياً ، وأما الوقت الغروبي فإنه يبدأ من غروب الشمس تحت أفق أي مكان ما ، وفي هذه الحالة تقرأ الساعة ١٢,٠٠ تماماً في كل يوم من الأيام .

ولحساب الوقت الغروبي من الوقت الزوالي نتبع الخطوات التالية :

١ ـ نطرح وقت المغرب من ـ ١٢ ـ فلو فرضنا أن وقت المغرب = ٥٥ق ٤س

∴ ١٢ـ٥٥ق ٤س = ٠٥ ق ٧ س

٢ ـ نجمع المقدار المحسوب من البند السابق على جميع المواقيت ، في هذا اليو م ، فنحصل على الزمن العربي لهذه المواقيت في اليوم نفسه .

مثال ذلك ، نفرض أن مواقيت الصلاة في يوم ١١ ديسمبر ، في مدينة القاهرة كانت بالوقت الزوالي كالآتي :

الفجر		الشروق		الظهر		العصر		المغرب		العشاء	
ق	س	ق	س	ق	س	ق	س	ق	س	ق	س
٠٨	٥	٤٠	٦	٤٧	١١	٣٧	٢	٥٥	٤	١٨	٦

والمطلوب تعيين هذه المواقيت بالوقت الغروبي .

∴ الوقت الغروبي =

الفجر		الشروق		الظهر		العصر		المغرب		العشاء	
ق	س	ق	س	ق	س	ق	س	ق	س	ق	س
٠٨	٥	٤٠	٦	٤٧	١١	٣٧	٢	٥٥	٤	١٨	٦
٠٥	٧	٠٥	٧	٠٥	٧	٠٥	٧	٠٥	٧	٠٥	٧
=١٣	١٢	٤٥	١٣	٥٢	١٨	٤٢	٩	٠٠	١٢	٢٣	١٣
=١٣	١٢	٤٥	١	٥٢	٦	٤٢	٩	٠٠	١٢	٢٣	١

ملاحظة : إذا زاد المجموع عن ١٣ نحذف منه ١٢ ساعة .